It. sing.
332
-2-

B. a/14.
Enge.
8°
Jt. sing. 332 (2

<36601952400014

<36601952400014

Bayer. Staatsbibliothek

Reise

in

die Krym und den Kaukasus

von

Moritz von Engelhardt

und

Friedrich Parrot.

Doct. med.

Mit Kupfern und Karten.

Zweiter Theil.

Berlin, 1815.

In der Realschulbuchhandlung.

010884
HAUPTCONSERVATORIUM D. K. B. ARMEE
Wbg 166/339

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Herr D. Parrot, welcher sich gegenwärtig in Wien aufhält, und daher den Pag. 58 Z. 16 und Pag. 62 Z. 2 im zweiten Theile dieses Werks durch einen Fehler des Abschreibers eingeschlichenen Zahlenfehler nicht berichtigen kann, trägt der Verlagshandlung auf, den Lesern die Versicherung zu ertheilen, daß diesem Fehler entweder durch Anzeige in öffentlichen Blättern oder durch Nachlieferung eines Kartons abgeholfen werden soll.

Herr D. Parent, welcher sich gegenwärtig in Wien aufhält, und daher den Pag. 33 Z. 16 und Pag. 65 Z. 9 im zweiten Theile dieses Werks durch einen Fehler des Abschreibers eingeschlichenen Zahlenfehler nicht berichtigen kann, trägt der Verlagshandlung auf, den Lesern die Berichtigung zu ertheilen, daß diesem Fehler entweder durch Anzeige in öffentlichen Blättern oder durch Nachlieferung eines Kartons abgeholfen werden soll.

Zweiter Theil.

I.

Engelhardt's und Parrot's barometrisches Nivellement

zwischen

dem schwarzen und caspischen Meere, im Kaukasus und in der Krym,

beschrieben

von

Parrot.

Wehrkreis-
bücherei VII
München

Altbestand 35156

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt.

Vom Höhenmessen mittelst des Barometers. — Veranlassung und Zweck des Nivellements zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere. — Plan zu einer dreifachen Messung dieser Art. — Beschreibung der dabei angewandten Instrumente. — Ausführung des Plans und nothgedrungene Veränderungen desselben für die beiden ersten Nivellements. — Messung des Beschtau. — Das dritte Nivellement. — Beschreibung aller genommenen barometrischen Standpunkte. — Rechnungsmethode. — Tabellarische Uebersicht der Beobachtungen, und der aus ihnen gefundenen Höhenunterschiede. — Resultate: Wechselseitiges Niveau des schwarzen und kaspischen Meeres. — Betrachtung der zwischen den beiden ersten Nivellements stattgehabten Unterschiede in den einzelnen Stationen, und ihrer Ursachen. — Allgemeine Schlußfolgen für barometrische Nivellements in Ebenen. — Beschreibung der neuesten Reisebarometer. —

Der Werth von Höhenmessungen auf unsrer Erdoberfläche ist seit der Erfindung des Barometers durch die wichtigen Arbeiten der größten Gelehrten hinlänglich dokumentirt. In der neuern Zeit hat man diesen Theil der angewandten Naturlehre noch erweitert, und ihn auf die s. g. Nivellements im weitern Sinne, d. i. Höhenmessungen, welche in größerer Anzahl bedeutende Strecken Landes umfassen, ausgedehnt. Wenn aber dies der Fall seyn, und ein Nivellement einen vollständigen und richtigen Ueberblick der nivellirten Gegend

liefern, oder vielleicht gar über das gegenseitige Niveau zweier sehr weit von einander entfernter Punkte entscheiden soll, so erfordert diese Messung einen höhern Grad von Genauigkeit, als man bei den bloßen abgesonderten Bergmessungen in der Regel erreicht hat, weil mit der Vervielfachung der Beobachtungen auch die Anzahl der möglichen Fehler gehäuft wird.

Die Genauigkeit der Instrumente, so wie die der Berechnungsmethode der gemachten Beobachtungen, hat einen so hohen Grad erreicht, daß aus ihnen schwerlich eine Quelle bedeutender Irrthümer fließen möchte. Aber das Haupthinderniß gegen die Vollkommenheit der barometrischen Höhenmessungen ist: daß der Stand des Barometers, als Messers des atmosphärischen Druckes, von Umständen abhängig ist, welche zum Theil bis jetzt der Rechnung noch nicht unterworfen werden konnten, und es vielleicht wohl nie werden können, zum Theil aber auch der Beobachtung ganz entzogen sind, und in den höhern Regionen der Atmosphäre als unsichtbare Agentia auf den Druck der ganzen Luftsäule eines Orts mächtigen Einfluß haben. Da nun überhaupt der Zustand des Gleichgewichts in der Atmosphäre unaufhörlich und oft sehr stark wechselt, also kein sich gleichbleibendes Verhältniß zwischen dem Luftdruck der höhern und tiefern Regionen angenommen werden kann, so setzt schon an und für sich jede zum Höhenmessen gemachte Barometerbeobachtung, irgend einen andern Barometerstand an demjenigen Orte voraus, über welchem die Erhebung des zu mes-

senden Punkts bestimmt werden soll. Pascal, der Erfinder des Höhenmessens mittelst des Barometers, leistete dieser Forderung Genüge, als er am 19ten September 1648 mit seinem Schwager Perrier den Unterschied des Barometerstandes zwischen dem Gipfel des Puy=de=Dome und einem Klostergarten bei Clermont durch gleichzeitige Beobachtung zweier Barometer bestimmte. In spätern Zeiten, wo man alle Höhen in der Regel auf das Niveau der offenen See, als ein beständiges Niveau, zurückzuführen suchte, stellten sich der gleichzeitigen Beobachtung zweier Barometer manche Schwierigkeiten entgegen, und man begnügte sich mit der Voraussetzung eines beständigen Barometerstandes an der Meeresküste, indem man für denselben das Mittel aus sehr vieljährigen Barometerbeobachtungen nahm; eine Wahl, welche noch dadurch einen Schein der Richtigkeit erhielt, daß, nach den in Genf angestellten Beobachtungen, die mittlern jährlichen Barometerhöhen innerhalb neun Jahren, um nicht mehr als 1''' variirten.

Allein — abgesehen davon daß diese Bemerkung nicht allgemein gültig ist, und auch davon daß, nach allen zur Bestimmung des mittlern Barometerstandes des Meeres gemachten Beobachtungen, für jeden Küstenort ein andrer mittlerer Barometerstand hervorgeht, — so ists schon für sich klar, daß es bei der Höhenbestimmung eines Orts über dem Meere, keinesweges auf den mittlern jährlichen, sondern noth=

wendig auf den gleichzeitigen temporellen Barometerstand am Meere ankömmt; und welchen Abweichungen dieser am Meeresufer wie mitten im festen Lande, unterworfen ist, lehren alle Erfahrungen über diesen Gegenstand. Wir haben an der Küste des schwarzen Meeres, an einem sehr günstigen Standpunkte, neun Tage lang, von 8 Uhr Morgens bis 5 Uhr Nachmittags von Viertelstunde zu Viertelstunde das Barometer beobachtet, und während dieser kurzen Zeit in den mittlern Beobachtungen jedes Tages Abweichungen bis 3''' wahrgenommen. Gesetzt der wahre mittlere Barometerstand des ganzen Jahrs für diesen Standpunkt fiele auf die Hälfte davon, so wiche er doch vom temporellen Barometerstand um 1,5''' ab; und wenn nun ein andres Barometer in einer Gegend beobachtet würde, welches denselben Veränderungen von 3''' Quecksilberhöhe im Druck der Luft ausgesetzt wäre, so würde man in der Bestimmung der Höhe dieser Gegend um 1,5''' Quecksilberdruck fehlen, wenn man sie nach der mittlern Barometerhöhe des Meeres vornähme; und die Fehler können noch bedeutend größer werden.

Theils das eben Angeführte, theils die große Verschiedenheit in den Angaben der mittlern Barometerhöhen an der Oberfläche des Meeres, waren Ursache, daß man bei einigen Nivellements, außer dem an den verschiednen zu bestimmenden Punkten herumwandernden Barometer, noch ein feststehendes hatte, an einem, entweder seiner Erhebung über den Ocean nach be-

kannten, oder in der Mitte der zu nivellirenden Gegend befindlichen Orte. Dieses Barometer wurde täglich und zu gewissen Stunden beobachtet; der herumziehende Beobachter richtete sich nach diesen vorher getroffenen Verabredungen, und beobachtete zu derselben Zeit, so daß man immer für jeden Punkt der nivellirten Strecke eine gleichzeitige Beobachtung an einem festen Punkt hatte, auf welcher alle zu findenden Höhen bezogen wurden.

Ob nun gleich diese Methode vor der, mittelst bloßer isolirter Beobachtungen, und auf die Voraussetzung eines beständigen Barometerstandes am Meere, gegründeten Methode, einen wesentlichen Vorzug hat, so läßt sie nichts desto weniger große Irrthümer zu. Die Erfahrung nämlich zeigt unwiderleglich, daß die durch irgend eine Veränderung in der Luft hervorgebrachte Aenderung ihres Druckes, oft ihre ziemlich scharf abgeschnittenen Gränzen habe, d. h. in einem Theil der Atmosphäre eine Witterungsänderung vor sich gehen könne, welche innerhalb eines gewissen Bezirks den Druck derselben bedeutend vermehrt oder mindert, ohne daß die Herstellung des gestörten Gleichgewichts von Seiten der umgebenden Luft so schnell fortschreitet, daß zwei Barometer, von welchen sich eins innerhalb, das andere außerhalb der ihren Druck ändernden Luftmasse befindet, nicht einen bedeutenden, der relativen Höhe beider Orte nicht angemessenen Unterschied im Druck der Luft anzeigen sollten. Wir werden aus unsern Beobachtungen beweisen, wie bei

einer Entfernung zweier Orte von etwa 20 Werst, und einem Unterschied ihres Niveau von etwa 0,15''' barometrischem Druck, das Barometer an dem einen Ort einen Wechsel im Druck der Luft von 1,5''' anzeigen konnte, von welchem das Barometer des andern Standpunkts nichts zeigte; woraus schon ganz zuverläßig die Regel folgt, daß: bei jedem Nivellement wo die beiden gleichzeitig beobachteten Barometer bis 20 Werst von einander entfernt sind, die Fehler in der Bestimmung der Höhe bis 20 Tois. reichen können. Da nun in der Regel unsre Nivellements, den Bezirk von 20 Werst im Halbmesser, bei Weitem übersteigen, so ists klar, daß die mit einem feststehenden und einem wandernden Barometer angestellten Nivellements sehr großen, jedoch zu vermeidenden Fehlern, ausgesetzt seyn können. —

Diesen Ansichten gemäß unternahmen wir ein Nivellement zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere, dessen nächste Veranlassung die Streitfrage war, ob diese beiden Meere Ein Niveau hätten oder nicht, und im letztern Falle, welcher Unterschied zwischen den Niveaus derselben statt fände.

Die Ursache dieser Streitfrage ist theils theoretisch, theils empirisch. Der wichtigste theoretische Grund es zweifelhaft zu machen daß das kaspische Meer mit dem schwarzen, oder was dasselbe ist, mit dem Ocean ein gleiches Niveau habe, ist der, daß das kaspische Meer keine offenliegende Communication mit dem Ocean hat, und sein Niveau also eines Theils

von dem Grade seiner Ausdünstung, andern Theils von der Wassermasse, welche beträchtliche Flüsse ihm zuführen, so wie auch von seinem ursprünglichen Niveau bald nach seiner Bildung durch das Zurückziehen des Wassers von der Erdoberfläche, abhängt. So lang diese drei Momente nicht genau untersucht sind, muß die Frage über das Niveau des kaspischen Meeres theoretisch unentschieden bleiben. Der Erfahrungsgrund für ein abweichendes Niveau des kaspischen Meeres beruht auf Nachrichten über ein Steigen und Sinken desselben, welche theils Seefahrer, theils einige Bewohner der südlichen Küste gegeben haben.

Die genaue Erörterung dieser Gründe ist in der Reisebeschreibung geschehen; wir führen sie hier nur als hinreichend wichtig an, um den diese Gegenden besuchenden Naturforscher zu einem Versuch über die Lösung dieses Problems aufzumuntern.

Eine zweite Veranlassung diese Messung zu unternehmen, war: Data zur Erforschung der Möglichkeit und der Bedingungen der barometrischen Nivellements zu sammeln, und dadurch die Grenzen der Genauigkeit, so wie die Verfahrungsmethode beim Höhenmessen mittelst des Barometers in Ebenen, genauer zu untersuchen.

In der Krym, wo wir über die Beschaffenheit des zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere gelegenen Landes etwas nähere Nachrichten eingezogen hatten, als es uns früher möglich gewesen war, entwarfen wir uns zu der bevorstehenden Arbeit,

folgenden Plan: Wir wollten das Nivellement beim Ausfluß des Kuban beginnen, es längs dem Laufe desselben bis zu seinem Ursprung auf dem Elbrus fortführen, um zugleich ein treues Profil seines Gefälles liefern zu können; dann, den Elbrus und die merkwürdigsten seiner Nebenberge mit in die Messung schließend, vom Elbrus nivellirend herabsteigen, das Ufer des Terek zu erreichen suchen, und auch diesen Fluß wie den Kuban, bis zu seinem Ausfluß ins kaspische Meer genau nivelliren. Alsdann sollte die ganze Arbeit rückwärts vom kaspischen Meere an, längs dem Terek und Kuban, bis zum schwarzen Meere, aber mit Auslassung des Hochgebirges auf dieselbe Art als zuvor unternommen, und endlich, zum Schluß des Ganzen, eine gleichzeitige, sechstägige Beobachtung an der Küste des schwarzen und kaspischen Meeres gemacht werden. — Das nächste Resultat dieser Arbeit, im Fall der Erfolg den Erwartungen und den Anstrengungen entspräche, wäre dann: eine genaue, auf zweierlei Messungen gegründete Kenntniß vom Laufe der für den Kaukasus so interessanten Ströme, des Terek und Kuban; eine Höhenbestimmung der Hauptgipfel des kaukasischen Gebirges über den beiden Meeren, genauer als die meisten bisher gemachten Höhenbestimmungen, und endlich, eine Entscheidung der Frage über das gegenseitige Niveau des schwarzen und kaspischen Meeres; ein zweites Hauptresultat aus diesen Untersuchungen wären die aus den zahlreichen Beobachtungen gewiß zu ziehenden Schluß-

folgen über das Höhenmessen mittelst des Barometers, besonders für flache Gegenden.

Wir nahmen uns vor, die ganze zu nivellirende Distanz in Stationen von 8 bis 10 Werst einzutheilen, und jede dieser Stationen als eine besonders zu bestimmende Höhe zu betrachten, indem auf jeder derselben einer von uns genau zu der nemlichen vorher verabredeten Zeit etwa eine halbe Stunde lang das Barometer und die übrigen Instrumente beobachten sollte. Der Anfang sollte ganz an der Küste des schwarzen Meeres, und zwar das Stativ des Barometers im Wasser selbst stehend, gemacht werden, um die Erhebung der nächsten, 8 Werst entfernten Station unmittelbar über der Oberfläche des Meeres zu haben. Sogleich nach angestellter Beobachtung sollten die beiden Beobachter ihren Standpunkt verlassen, sich jeder eine Station weiter verfügen, hier wieder gleichzeitig beobachten u. s. f. bis zur Küste des kaspischen Meeres auf dem vorhin genannten Wege. Auf der Rückreise mußten dieselben Stationen, und genau dieselben Standpunkte genommen werden, um jede Messung doppelt zu haben, damit eine die andere bestätige, oder beide zur Auffindung eines der Wahrheit genäherten Mittels dienen möchten. Beim dritten Nivellement endlich, mußte einer von uns am schwarzen, der andere am kaspischen Meere, zugleich, sechs Tage hindurch, vom Morgen bis zum Abend alle halbe Stunde die Instrumente beobachten, mit genauer Bemerkung der Witterung, in der Erwartung daß inner-

halb der Zeit von sechs Tagen wenigstens einmal an beiden so entfernten Standpunkten gleiches Wetter herrschen, und mithin die barometrische Differenz dem wahren gegenseitigen Niveau wirklich entsprechen werde.

Die Instrumente, deren wir uns bei dieser Messung bedienten, waren folgende:

1) Zwei Reisebarometer, von der Erfindung des Professor Schiegg, und mit großer Geschicklichkeit verfertigt von dem Bergmechanikus Linke in Freiberg. Ein solches Barometer ist im Wesentlichen ganz das einfache torricellische Barometer, aber durch einige sehr zweckmäßige Modificationen, nach unsrer Ueberzeugung zu dem besten bis dahin erfundenen Reisebarometer umgeschaffen. Die Röhre, im innern Durchmesser 2‴ par. stark, steckt luftdicht im Deckel des untern Quecksilbergefäßes. Dieses Gefäß ist genau cylindrisch, beträgt im Durchmesser 17,7‴ par., und hat zwei Oeffnungen; eine im Deckel, um während der Beobachtung den freien Zutritt der atmosphärischen Luft zu gestatten, ist konisch, und kann durch eine gleichfalls konisch auslaufende elfenbeinerne Schraube geschlossen werden; wir legten jedesmal ein Stückchen Handschuhleder zwischen den Kegel und die Oeffnung, damit während des Transports gar kein Quecksilber herausfließen könne. Die zweite Oeffnung befindet sich im Boden, um bei der Regulirung der Barometer das Gefäß mit Quecksilber zu füllen; sie wird mit einer einfachen Schraube von Knochen geschlossen und

mit Wachs stark verstrichen. Auch das ganze Quecksilbergefäß hatten wir inwendig mit einer dünnen Schicht Wachs überzogen, weil sich während unsrer Hinreise bis zur Krym Quecksilber durch die Fugungen und Poren des Holzes gearbeitet hatte. Die Röhre selbst steckt in einem aus acht Stücken sehr trocknen Holzes zusammengeleimten Futteral, welches fest auf das untere Gefäß geschraubt ist, und in seiner Mitte durch die ganze Länge ein Loch hat, grad so weit als die Röhre dick ist, zur Aufnahme derselben, und ohne alle Ausfutterung. Am obern Theil hat dieses Futteral einen Längenausschnitt, welcher grad einen Quadranten ausmacht, und an dieser Stelle die Röhre entblößt um den Quecksilberstand in ihr beobachten zu können. Auf der einen Fläche dieses Ausschnitts befindet sich die Scale mit dem Nonius und Visir. Die Scale ist sehr genau getheilt, und ihr ganzes Maaß nach der toise du Pérou richtig befunden, von welcher sich mein Vater in der Pariser Akademie den französischen Fuß genau abgenommen hat. Auf der andern Fläche des Ausschnitts befindet sich das Thermometer, mit seiner halb ins Holz gesenkten Kugel. Obiger Ausschnitt wird für den Transport durch eine hölzerne, cylindrische Hülse gedeckt, welche das Futteral an dieser Stelle genau umschließt, aber auch einen Ausschnitt von gleicher Größe hat, der für die Zeit der Beobachtung vor den Ausschnitt des Futterals gedreht wird. Der Mangel an hinreichender Beleuchtung der etwas eng umschlossenen

Röhre zwang uns, die Beobachtung nach dem scharfen Rand zu machen, welchen das Quecksilber mit der Röhre bildet, statt nach dem höchsten Punkt seiner Wölbung, dem eigentlichen Stand desselben, da der Abstand des Quecksilberrandes von der innern Fläche der Röhre bloß Wirkung der überwiegenden Adhäsion der Quecksilbertheile unter sich über die des Quecksilbers zum Glase, ist. Wir haben zwar die Größe der Wölbung bestimmt, sie auf 0,23‴ gefunden, und dies zu jeder Beobachtung addirt; allein die Unterschiede welche in der Anziehung des Quecksilbers zum Glase an verschiednen Punkten der Röhre herrschen, sich durch das ungleiche, stoßweise Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Röhre zu erkennen geben, und eine Verschiedenheit der Wölbung veranlassen, gestatten doch die Möglichkeit kleiner Fehler, sobald man den scharfen Rand des Quecksilbers und nicht den höchsten Punkt seiner Wölbung beobachtet.

Die Depression des Quecksilbers durch die Kapillarwirkung der Röhre, war zwar in beiden Röhren, da sie gleiche innre Durchmesser hatten, gleich, wurde aber doch in Anschlag und auf 0,88‴ berechnet, so daß also Wölbung des Quecksilbers und Depression desselben wegen der Kapillarität zusammen 1,1‴ betrugen, welche zu jeder Beobachtung addirt wurden. Die letztre Korrektur konnte in Ermangelung von Versuchen über die Depression des Quecksilbers im luftleeren Raum, wo sie sich gewiß ganz anders verhält als im luftvollen, nur nach den vorhandenen

Datis

Datis über die Depression in freier Luft berechnet werden. Das untere Quecksilbergefäß erheischte gleichfalls eine Korrektur. Der Röhre innerer Durchmesser betrug 2‴; der des Gefäßes 17,7‴; das Verhältniß des Quadrats dieser Zahlen, $\left(\frac{2}{17,7}\right)^2 = 0,0127$, bestimmte um wieviel das Quecksilber im untern Gefäß stieg, sobald es in der Röhre fiel, und umgekehrt. Für die Rechnungen hatten wir uns eine kleine Tabelle angefertigt, in welcher wir für jede Beobachtung nachschlugen, wie viel wir von der beobachteten Höhe abzuziehen oder zu ihr zu addiren hatten, wenn das Quecksilber in der Röhre um eine gewisse Größe unter den Normalpunkt gefallen, oder über ihn hinausgestiegen war. Dieser Normalpunkt war zwar vor unsrer Abreise aus Dorpat, nach dem im dortigen physikalischen Kabinet befindlichen Normalbarometer mit der princeschen Fläche, bestimmt. Da aber die Barometer während der Reise Quecksilber verloren hatten, und dadurch das Ausstreichen des untern Gefäßes und aller Schrauben mit Wachs nothwendig geworden war, mußten wir auch eine neue Regulirung vornehmen. Wir schraubten von dem einen Barometer das untere Gefäß ab, kehrten es im offnen Quecksilberbade um, und legten einen sehr genau gemessenen Stab an dasselbe, welcher von irgend einem Punkt der Scale bis an die Oberfläche des Quecksilberbades reichte. Um die letztre genau zu erreichen, ließen wir diesen Stab sich in einen fein zugespitzten Drath endigen, und näherten diese Spitze der Oberfläche des Queck-

silbers bis sich eine ganz kleine Dille in derselben zeigte, die, wegen der augenblicklich bemerkbaren Brechung des Lichts so klein genommen werden kann, als es die Genauigkeit erfordert. Neben diesem Barometer hatten wir das andre in seiner gewöhnlichen Reisegestalt aufgerichtet, und stellten seine Scale nach der am andern Barometer durch unmittelbare Messung angezeigten Quecksilberhöhe. Der Normalstand der Richtung der Scale war 336,4‴. Darauf hoben wir das erste Barometer aus dem Quecksilber, setzten es in Verbindung mit seinem untern Gefäß, und stellten nun seine Scale wieder nach der Scale des andern. Dazu verwandten wir einen ganzen schönen Sommertag an der Küste des schwarzen Meeres beim Dorfe Aluschda in der Krym. Einen eben so schönen Tag brachten wir noch bei Parthenit in der Krym, damit zu, uns durch viele Beobachtungen von der Genauigkeit in der Stellung der Scale, und im gegenseitigen Gange beider Barometer zu überzeugen. Dasselbe thaten wir kurz vor Anfang der ganzen Messung noch einmal, und während derselben öfter, als eine nothwendige Vorsichtsmaaßregel zur Untersuchung ob nicht eins der Barometer Quecksilber verloren hätte. Auch nach Beendigung beider erstrer Nivellements thaten wir es wieder, und fanden den Gang beider Instrumente, genau eben so wie wir ihn vor und während der Messung gefunden hatten.

Das Stativ der Barometer war dreifüßig, zum Zusammenschlagen. Ein Fuß davon war senkrecht in

den Kloß desselben eingesetzt, und wurde durch ein Pendel von $2\frac{1}{2}$ Fuß Länge, das neben ihm in einer Blechhülse hing, bei der Aufstellung des Stativs genau vertikal gerichtet. Vor diesem Fuß hing das Barometer, oben in einem Haken, unten gegen einen messingnen Halbkreis, der wie ein Sporn in den Fuß des Stativs gesetzt wurde, gebunden. Der Fuß schützte zugleich das Barometer gegen die Sonne.

Während der Beobachtung war die elfenbeinerne Schraube im Deckel des untern Gefäßes offen; für den Transport wurde sie geschlossen, dann das Barometer umgekehrt, wobei im untern Gefäß so viel Quecksilber seyn muß, daß das Ende der Röhre immer von demselben bedeckt sey, das Barometer in ein ledernes Futteral gesteckt, und um den Hals hängend getragen. Jedes dieser Barometer wog sammt dem ledernen Futteral nicht mehr als $3\frac{1}{2}$ Pfund.

2) Die Thermometer für die Beobachtungen der Lufttemperatur. In denjenigen welche wir aus Dorpat mitnahmen hatte sich während der Hinreise das Quecksilber getheilt; daher war es uns sehr willkommen in Odessa bei dem dortigen Mechanikus Epart sehr gute Thermometer zu finden, von denen wir uns vier der besten aussuchten. Sie waren sehr gut gefüllt, und ihre Kugeln hatten nur 3''' im Durchmesser; die festen Punkte bestimmten wir selbst mit aller Vorsicht, und machten eins dieser Thermometer, welches am besten gefüllt, und dessen Scale am besten getheilt war, zum Normalthermometer, nach welchem

wir die übrigen in der Art justirten, daß wir sie alle in ein Wasser zu gleicher Tiefe setzten; diesem Wasser durch Beimischung von wärmerm und kälterm Wasser verschiedene Temperaturen gaben, von 5 zu 5 Graden des Normalthermometers die von den übrigen angezeigten Temperaturen bemerkten, und nach Interpolation der Zwischengrade, eine Korrektionstabelle für die übrigen Thermometer anfertigten, durch welche der Gang Aller für die Rechnung durchaus gleichförmig wurde. Die Scaleneintheilung war die reaumürsche. Diese Thermometer wurden mittelst einer sehr einfachen kleinen Vorrichtung von unten her an den Kloß des Stativs zwischen seinen drei Füßen gesteckt, und durch eine mehrfach zusammengelegte Leinwand, welche jedesmal um die beiden schrägstehenden Füße des Stativs gehakt wurde, gegen die Sonne geschützt, ohne den Luftzügen entzogen zu seyn. Da ihre Kugeln sehr klein waren, so folgten sie jedem Wechsel in der Temperatur der sie umgebenden Luft sehr schnell; einen Temperaturunterschied von 18° R. zeigten sie, nach Erreichung des festen Standes, beim Heraustragen aus dem Zimmer ins Freie, schon nach vier Minuten an.

3) Die Windfahnen. Ihre Flügel waren zwei rechtwinklichte Dreiecke, von steifem Papier, deren einer Kathetus sich horizontal mit dem Zeiger in einer Linie befand; sie waren bis zu einer Entfernung von 45° auseinandergebogen, so daß sie dem Winde eine hohle Fläche darboten, und wurden in

dieser Lage zu einander, durch ein dazwischen zu setzendes steifes Papier gehalten. Der Zeiger war, der Leichtigkeit des Ganzen wegen, ein Stück Schilf, dessen eines Ende an die Spitze der Flügel befestigt, dessen anderes aber wie eine Schreibfeder zugespitzt war, um die Grade genau anzuzeigen. Das Ganze drehte sich um eine dünne eiserne Axe, ganz nah über einem besonders auf den Kloß des Stativs zu setzenden Brett, welches einen in Grade abgetheilten Kreis hatte, so daß das spitze Ende des Schilfs sich nicht über 2''' hoch über der Gradeintheilung hin und her bewegte. Die Empfindlichkeit dieser Windfahnen war sehr groß, und zugleich waren sie so eingerichtet, daß man das Stück welches die Flügel auseinanderhielt, herausnehmen, und dann die ganze Windfahne in ein sehr flaches Futteral zur bequemern Aufbewahrung derselben schieben konnte. Die Gradeintheilung fing bei N. und S. mit 0° an, endigte bei O. und W. mit 90°, und wurde jedesmal mit dem Kompaß genau nach den durch ihn angezeigten Weltgegenden gerichtet.

4) Für das dritte Nivellement, wo an den Ufern des schwarzen und kaspischen Meeres gleichzeitig beobachtet werden sollte, und es also wegen der großen Entfernung auf genauere Angaben der Stärke des Windes ankam, hatten wir uns eigne Windmesser verfertigt. Sie sollten kein absolutes Maaß der Stärke des Windes angeben, sondern nur dazu dienen, aus den vielen zu machenden Beobachtungen die-

jenigen herauswählen zu können, bei welchen gar kein oder nur ein geringer Unterschied in der Stärke des Windes obwaltete. Diese Vorrichtung bestand aus zwei blechernen Flügeln von ungefähr $\frac{3}{4}$ Quadratzoll Oberfläche, unter einem Winkel von 45° gegen die Richtung des Windes geneigt. An ihrer Axe war eine kleine Rolle, welche durch einen Faden ohne Ende eine Scheibe von 2 Zoll Durchmesser trieb, deren Umdrehungen gezählt, und als Maaß der Stärke des Windes angesehen wurden. Damit das Ganze aber beständig grad gegen den Wind gerichtet sey, war es auf die Windfahne selbst, ganz nah an ihrem Mittelpunkte aufzusetzen, wodurch es sich immer mit dieser gegen den Wind drehen mußte. Dieses konnte sehr gut geschehen, ohne daß dadurch die Bewegung der Windfahne beträchtlich gestört wurde, indem diese ganze neue Vorrichtung, theils nicht ganz 2 Loth wog, theils sammt Flügeln und Gestelle dem Winde keine größere Oberfläche als von 2 Quadratzollen darbot, und dies noch dazu in einem Windstrich, welcher grade zwischen beiden Flügeln der Fahne durchging, also auf die Bewegung derselben wenig Einfluß hatte. Der Gang beider Exemplare dieses Windmessers war durch mehrere Versuche übereinstimmend gemacht. —

5) Die beiden Kyanometer welche wir mitnahmen, konnten wir zu keinen der Bekanntmachung würdigen Versuchen benutzen, weil durch das Nivellement der Steppe unsre Zeit genau eingetheilt war, wir daher diesem Gegenstande nicht so viel Zeit wid-

men konnten, als er erfordert, um, seiner Wichtigkeit entsprechend, behandelt zu werden; zumal da das Wetter uns zu ausdauernden kyanometrischen Versuchen grade da nicht günstig war, wo wir einige Zeit auf sie hätten verwenden können, am Beschtau und am Kasbek.

In alle diese Instrumente hatten wir uns getheilt, und jeder behielt während der ganzen Arbeit die einmal gewählten. Für die beiden ersten Nivellements bedienten wir uns nur der Barometer, der Thermometer und der Windfahnen, und suchten alle übrigen Zustände der Atmosphäre durch anpassende Ausdrücke zu bestimmen, über welche wir uns vorher besprochen hatten, als z. B. sehr starker, starker, mittelmäßiger, kleiner, schwacher Wind, Hauch; oder: bewölkter, (gleichmäßig) bezogener, trüber Himmel u. s. w. Sobald wir an unsern Standpunkten ankamen, wurden die Instrumente aufgestellt; dies geschah, vom Herausnehmen derselben aus dem Wagen, bis zum Augenblick der ersten Beobachtung im Durchschnitt in fünf Minuten; und eben so auch das Einpacken derselben. Wir beobachteten zuerst einige Minuten lang den Wind, indem wir von seinen Richtungen so viele anmerkten, als es die Schnelligkeit des Schreibens erlaubte; anhaltende Richtungen wurden durch wiederholtes Anmerken derselben bezeichnet. Darauf beobachteten wir das Thermometer am Barometer, weil, ginge die Beobachtung des Barometers voraus, jenes durch unsere Nähe eine Temperaturänderung erlitten

haben konnte; dann folgte die Beobachtung des Thermometers im Freien, und nachher wieder einige Minuten lang die Beobachtung der Richtung des Windes. Dies Alles geschah von Viertelstunde zu Viertelstunde, und zwar so lang daß wir für jede Station wenigstens vier korrespondirende Beobachtungen hatten; bei größrer Entfernung der Stationen dauerten diese Beobachtungen mehrere Stunden lang. In der Zwischenzeit wurde von den übrigen Zuständen der Atmosphäre das Wichtigste, das sich den bloßen Sinnen darbot, angemerkt.

Die Gleichzeitigkeit der Beobachtung war uns sehr wichtig. Da meine Uhr mit der richtigern Engelhardts nicht ganz harmonirte, so hatte ich ihren Gang mit der letztern genau verglichen, stellte sie so oft wir wieder zusammentrafen, etwa alle zwei Tage, und brachte bei jeder Beobachtung diejenige Zeit in Anschlag um welche sie seit der letzten Stellung zurückgeblieben seyn mußte. Die Vergleichung ihres Ganges beim Wiedersehen gab uns ein Mittel an die Hand den Grad der Gleichzeitigkeit der gemachten Beobachtungen zu beurtheilen, und da fand sichs, daß unsre Beobachtungen nur zweimal um 4 Minuten, in der Regel nur um eine bis 2 Minuten, und sehr oft um gar nichts in der Zeit differirten.

Es kann keine Frage seyn, ob wir zu unsern Messungen die günstigste Jahreszeit gewählt hatten. Wir konnten erst am Anfange des Monat Julius in den Kaukasus kommen, mußten daher die Messung auch

sogleich anfangen, und uns bemühen sie so früh als möglich vor Einbruch des Winters zu beenden. Für die Tageszeit hätte uns wohl eine Wahl frei gestanden; allein aus unten anzuführenden Gründen haben wir es für unnöthig befunden gewisse Tageszeiten, als für barometrische Messungen untauglich zu verwerfen; wir haben daher im Anfang der Arbeit unsere Beobachtungen von Morgens um 6 Uhr bis Abends um 8 Uhr, ohne besondere Wahl in den einzelnen Stunden, angestellt; späterhin, da die Tage kürzer wurden, beobachteten wir so lang es dazu hell genug war.

So vorbereitet überschifften wir die asowsche Meerenge, um den in der Krym entworfenen Plan des Nivellements in Ausführung zu bringen. Allein wir fanden Umstände vor, welche uns ganz gegen unsern Wunsch manche nicht unwesentliche Veränderungen an demselben zum Nachtheil der Messung selbst, aufdrangen.

1) Schon gleich der Vorsatz, den ersten barometrischen Standpunkt hart am Ufer des schwarzen Meeres zu nehmen, ging nicht in Erfüllung. Das Meeresufer bei Taman erhebt sich sogleich vom Wasser aus, senkrecht hinan, und daher wäre das Barometer am Fuß dieser steilen Wand an keinem günstigen Punkt gewesen; wenigstens konnte dann über die Richtung und Stärke des Windes, der in der Gegend herrschte, und den Barometerstand modificirt, nichts beobachtet werden. Daher befindet sich der erste

Punkt unsrer Messung auf diesem hohen Ufer selbst, an einem freien Platz, dessen Erhebung über der Oberfläche des Meeres mittelst des Loths auf 36 Fuß bestimmt wurde.

2) Die barometrischen Stationen konnten nicht, wie wir wünschten, 8 bis 10 Werst betragen, sondern mußten im Durchschnitt viel größer genommen werden, theils weil die Gefahr von Seiten der Gebirgsbewohner den Aufenthalt in freier Steppe, selbst unter dem Schutze der dort gewöhnlichen Kosackenbedekkung gefährlich macht, theils weil es der Steppe durchaus an allen Gegenständen fehlt, welche dazu dienen könnten, einen gewissen, zum barometrischen Standpunkt gewählten Ort, auf einige Monate lang zu bezeichnen, denn die kaukasische Steppe hat weder Steine, noch Bäume und Sträucher, noch auch die sonst auf den russischen Poststraßen gewöhnlichen Werstpfähle; selbst eingegrabene Löcher hätten wir wegen der auf der Steppe öfter statt habenden Wechsel des Weges, und der Herbstregen häufig verfehlt. Daher mußten wir die Poststationen selbst auch zu barometrischen Standpunkten wählen, und die Entfernung der letztern von der der erstern abhängig machen. Nur einmal hatten wir es versucht zwischen zwei Poststationen, Kopyl und Karakubansk, einen Steppenstandpunkt zu nehmen, den Engelhardt mir, dem Nachkommenden, durch einen Bündel abgerissener und neben den Weg gelegter großer Steppenkräuter bezeichnete. Allein mit welcher Zuversicht konnten wir auf ein solches Zeichen

rechnen, das jeder Vorüberfahrende aufnehmen oder zerfahren konnte; wie konnten wir hoffen es nach 3 bis 4 Monaten beim Rücknivellement auf derselben Stelle, oder überhaupt nur wiederzufinden? Mit dieser Station ging es uns darin sehr glücklich, indem Engelhardt auf dem Rücknivellement, nur nach der Zeit die er brauchte um von Karakubansk dahin zu kommen, sein Barometer an einem Punkt aufstellte, den er an keinem bestimmten Zeichen für denselben des Hinnivellements erkennen konnte, der sich aber doch als solchen bewährte, indem ich in der Zwischenzeit meiner dortigen Beobachtung, 20 Schritt von meinem Stativ und in durchaus gleicher Höhe mit demselben, den nämlichen Bündel von Altheen, Artemisien, Kerzen und Chieracien, auf der untern Seite halb verwest, wiederfand, der uns auf dem Hinnivellement zum Zeichen gedient hatte, und der uns wirklich nur durch einen Zufall an dieser Stelle erhalten war.

Die ganze Strecke von Taman bis Slatka Jeruk am Ufer des kaspischen Meeres, beträgt nach Summation der gradlinigten Distanzen der einzelnen Stationen 990 Werst. Zieht man davon 125 Werst ab, für die beiden ersten Stationen, welche uns die Ueberschwemmung des Kuban, und für die letzte, von Kisljar zum Meere, welche uns die völlige Unbekanntschaft mit der öden Steppe übermäßig groß zu nehmen zwangen, so bleiben noch 835 Werst für die andern 47 Stationen übrig, welches für jede derselben eine mittlere gradlinigte Entfernung von nicht ganz 18 Werst giebt. —

3) Die große Ueberschwemmung am untern Kuban von Taman bis Kopyl hielt uns ab, die Standpunkte am Ufer dieses Flusses zu wählen, der weit und breit in die Steppe ausgetreten war. Aber auch das ganze übrige Nivellement konnte nicht, wie wir wünschten, immer am Ufer des Terek und Kuban vorgenommen werden. Erstern haben wir nur von seiner Quelle bis Mosdok, und dann erst wieder bei Kisljar nivellirt; letztern haben wir auch nur hie und da erreichen können, weil die meisten Schanzen, die hart am Ufer desselben liegen, der Unsicherheit wegen, keinem Reisenden zu passiren erlaubt sind. Also mußten wir uns auch hierin nach dem Postwege richten, welcher durch die Steppe geht, und den Kuban nur hie und da berührt.

Wir hatten uns nun auf die Art eingerichtet, daß Engelhardt sowohl auf dem Hin- als Rücknivellement, mit Ausnahme weniger Stationen, vorausfuhr, und die Standpunkte auswählte. Er hinterließ mir ein Billet mit einer kurzen Notiz wo er beobachtet habe, wann er auf der nächsten Station einzutreffen hoffe, und wie lang er also dort beobachten würde. Darnach richtete sich die Dauer unsrer Beobachtungen, und nach Beendigung derselben fuhr Engelhardt eine Station weiter, und ich erreichte unterdessen die eben von ihm verlassene; dann stellten wir die gleichzeitigen Beobachtungen an, und verließen nachher, zu gleicher Zeit unsre Standpunkte, um die Messung der nächstfolgenden zu machen u. s. f. Auf diese Art legten wir

täglich zwei bis vier Stationen zurück, und trafen jeden zweiten Tag zusammen, um uns über den Hergang und Verfolg der Messung zu besprechen.

4) Unser Vorsatz zur Bereisung des Elbrus ging nicht in Erfüllung. Dafür unternahmen wir von Mosdok aus, auf dem Hinnivellement die Reise zum Kasbek. Auch diese Gegend konnten wir nicht nach unserm Wunsche nivelliren. Der Kommandant von Mosdok war Ursache daß wir die Messung nur einmal, und zwar auf der Rückreise von Kasbek vornehmen konnten. Glücklicherweise hat dies gar keinen Bezug auf das Nivellement der Steppe, indem wir dieses, nach der Rückkehr aus dem Gebirge, an demselben Punkt wieder anfingen, an welchem wir es vorher verlassen hatten. Mosdok liegt 90 Werst von Wladi-Kawkas; auf diesem Wege befinden sich nur zwei Schanzen; mithin hatten wir hier nur drei Stationen, jede von etwa 30 Werst. Da jeder aus dem Gebirge Kommende sogleich in die Quarantaine bei Mosdok am Terek treten, und sich dort vier Tage aufhalten muß, waren wir gezwungen den letzten Standpunkt der Gebirgsmessung am Terekufer in der Quarantaine, etwa 2 Werst oberhalb des bei der Stadt Mosdok gewählten Nivellementstandpunkts zu nehmen. Allein der Fall des Terek bei 2 Werst Lauf, nach seiner östlichen Wendung aus dem Gebirge, kann nur wenige Fuß betragen, und kömmt daher nicht in Anschlag, weil er nur auf die Bergmessung, keinesweges aber auf das Nivellement einigen Bezug hat.

Auf dem Hinnivellement haben wir während unsres Aufenthalts in Constantinogorsk die Höhe des Beschtau bestimmt. Der letzte Standpunkt des Nivellement bis hieher, war am Podkumok. Ueber diesem bestimmten wir die Erhebung des Beschtau in zwei Stationen. Von der Festung aus zum Berge hin befinden sich am Fuß desselben mehrere Hügel; der erste derselben ist ein Begräbnißhügel; den zweiten wählten wir zu unserm Mittelstandpunkt. Der Podkumok bei Constantinogorsk fließt 208,6 Tois. hoch über dem schwarzen Meer, zufolge des Nivellement; über ihm ist der Hügel 17,9 Tois., und die Spitze des Beschtau über diesem 450,4 Tois., also letztre über dem Niveau des schwarzen Meeres 677 Tois. erhaben.

Außer dieser Messung giebt es noch zwei andere barometrische Höhenbestimmungen des Beschtau, eine von dem Akademiker Lowitz auf St. Petersburg, und eine vom Dr. Haas i. J. 1810 angestellte. Alles was wir von erstrer gefunden haben, steht in J. A. Güldenstädt's Reisen durch Rußland, herausgegeben von P. S. Pallas, St. Petersburg 1791. Theil 2. pag. 23, mit folgenden Worten:

„Der selige Lowitz, dessen Genauigkeit im Beobachten allgemein bekannt ist, hat folgende mittlere Barometerhöhen festgesetzt:

im Lager am Kumafluß . . . Barom. 26′, 5″, 8‴ Therm. 140,0

am Fuß des ober-

sten Berges im
Walde . . . Barom. 25′, 2″, 3‴ Therm. 145,13
auf dem Gipfel
desselben . . : 23′, 10″, 0‴ : 150,0

Er berechnete die Höhe des Berges auf 404 russische Faden. P.“

Nach der Reduktion der de l'Isleschen Thermometerscale, und des rheinländischen Maaßes, hat man:
auf der Spitze des Beschtau: 276,46‴ Bar. u. 0° R.
im Lager am Kumufluß . 307,2 ‴ : : 5,3° R.

Die Berechnung nach der unten angegebnen Formel giebt den Höhenunterschied beider Punkte auf 432,7 Tois. an; da aber das Lager am Kumafluß (die Festung Constantinogorsk), noch etwa 10 Tois. über unserm Standpunkt am Podkumok liegt, wäre die Spitze des Beschtau über dem Podkumok 442,7 Tois., also 25,7 Tois. weniger als nach unsrer Messung erhaben. Da in jenen Angaben von Pallas nichts über die Korrekturen wegen eines untern Gefäßes und der Kapillarität bestimmt ist, so halten wir uns genauer an die von Lowitz selbst berechnete Höhenangabe des Beschtau über dem Lager von 404 russischen Faden, oder (den Faden zu 946,2‴ par.) von 443,6 Tois., welches für seine Erhebung über dem Podkumok 453,6 Tois. also nur 14,7 Tois. weniger als nach unsrer Messung beträgt.

Die zweite Messung des Beschtau findet sich in: Ma visite aux eaux d'Alexandre en 1809 et 1810, par le Docteur Fr. J. Haas etc. Moscau 1811.

pag. 70, 71 und 72. Die dort angegebnen Resultate dieser Messung sind: daß der Podkumok bei Constantinogorsk 316 Tois. über dem schwarzen Meere fließt, was also nach unserm Nivellement 108 Tois. zu viel ist; und daß ferner die Höhe des Beschtau über dem schwarzen Meere 567 Tois. also 110 Tois. weniger als nach unsrer Messung beträgt; woraus die Erhebung desselben über den Podkumok auf 251 Tois., also 218 Tois. zu gering folgt.

Diesen bedeutenden Fehlern muß nothwendig ein zufälliger Irrthum zum Grunde liegen. Herr Dr. Haas bediente sich eines Heberbarometers zur Beobachtung des Quecksilberstandes auf dem Berge. Sollte nicht vielleicht in der Rechnung der Quecksilberstand in dem kurzen Schenkel zufällig übersehen seyn? Hatte der kurze Schenkel des Barometers denselben Durchmesser als die Röhre selbst, so muß der wahre Fall des Quecksilbers auf dem Beschtau doppelt so groß gewesen seyn, als ihn jene Beobachtungen geben. Außerdem hat ja Herr Dr. Haas selbst den correspondirenden Barometerstand in Constantinogorsk angegeben, und ist also nicht gezwungen sich an Taf. X. der lindenauischen barometrischen Tabellen zu halten, wo die Höhe des Orts nur für isolirte Beobachtungen angegeben ist. Dies alles vorausgesetzt, wären die Beobachtungen eigentlich gewesen:

in Constantinogorsk: . . 316,7''' Bar. und 16,5° R.
auf dem Gipfel des Beschtau: 298''' " " 14,2° R.

Diese nach der unten angegebenen Formel berechnet,

net, giebt für die Erhebung des Beschtau über Constantinogorsk 547 Tois., und über dem Podkumok 557 Tois., wodurch der Fehler um die Hälfte verringert ist. Setzen wir dazu die nach unserm Nivellement bestimmte Höhe des Podkumok über dem schwarzen Meere, so erhält man den Gipfel des Beschtau über dem Niveau des letztern 765 Tois., also doch nur 88 Tois. zu groß.

So vollendeten wir denn zwei Hauptheile unsrer barometrischen Messungen — die stationenmäßige Hin- und Rücknivellirung der ganzen kaukasischen Linie —; ein dritter Theil war noch auszuführen übrig, die sechstägigen gleichzeitigen Beobachtungen an den Ufern beider Meere, in der Erwartung daß wir während dieser Zeit gewiß einige Mal an beiden Standpunkten, deren gradlinigte Distanz 813 Werst beträgt, gleiche Zustände der Atmosphäre, soweit sie sich durch Instrumente und die bloßen Sinne beobachten lassen, beobachten würden, um dann aus den dermaligen Barometerständen das wahre Verhältniß zwischen den Niveaus der beiden Meere mit hinreichender Gewißheit zu erkennen, und darin die kräftigste Bestätigung der vorhergegangenen Arbeit zu finden.

Da ich am 24sten November von Taman aus zum kaspischen Meere abreiste, mußte ich nach der reichlichsten Zeitberechnung, zufolge der vorhergegangenen Reisen an der Linie, meine Beobachtungen dort spätestens am 10ten Dezember anfangen können. In Georgiefsk langte ich noch zu der bestimmten Zeit an. Allein das

durch den Spätherbst schon sehr verdorbene Steppenfutter der Postpferde ließ mich erwarten daß ich auf mehreren der auf diesem Wege befindlichen und schlecht bestellten Poststationen sehr aufgehalten, und mein Ziel vielleicht ganz verfehlen würde, wenn ich nicht, wie es früher der Fall schon gewesen war, einen Spezialbefehl vom General-Gouverneur zur Erhaltung von Bauerpferden aus den Dörfern in Ermangelung der Postpferde, bekäme. Dies wurde mir jedoch zufolge eines Befehls von Seiten der Regierung, welche diese Art zu fahren, verbot, abgeschlagen; gleichfalls auch meine Bitte um einen Kourierpaß nach Kisljar; und so mußte ich mich der gewöhnlichen Post und den gewöhnlichen Postleiden ergeben. Wirklich fuhr ich auch, ungeachtet aller meiner Bemühungen, auf die Entfernung von 300 Werst zwischen Georgiefsk und Kisljar, 10 Tage, erreichte daher leztre Stadt erst am 18ten Dezember, und am 16ten sollte, unsrer Verabredung zufolge, Engelhardt in Taman zum leztenmal beobachtet haben! Wer je im Eifer zur Erreichung eines ernsten Ziels gestört wurde, wird einen Begriff von meinen Gefühlen während dieser 10 Tage haben. Ich fuhr dennoch zu meinem Standpunkte am Ufer des Meeres, fand auch dort den 10 Wochen früher als Zeichen eingeschlagenen Pflock wieder, und beobachtete bis XI h. 15'. Engelhardt hatte den sechs Tagen der Beobachtung noch drei hinzugefügt, und durch diese neuntägige langweilige Arbeit, zur Erreichung unsers Zweckes nichts versäumt. Aber er schloß seine Beob-

achtungen demnach am 19ten Dezember, und ich beobachtete erst des folgenden Vormittags, also 24 Stunden zu spät, um auch nur eine einzige gleichzeitige Beobachtung gemacht zu haben. Allein, wenn auch die große Distanz unsrer Standpunkte durch keine mehrtägigen gleichzeitigen Beobachtungen ersetzt werden konnte, so mußten doch die neuntägigen Beobachtungen Engelhardts in Taman, ihren Verlust einigermaßen aufheben, und ein Vergleich derselben mit meiner einen Tag später angestellten Beobachtung ein Resultat geben, das den Resultaten der beiden vorigen Nivellements zum Theil entspräche, sie wenigstens in keinem Stücke zweifelhaft macht.

Ehe wir aber zu den Resultaten unsrer Messungen übergehen, folge hier noch zuerst eine Uebersicht aller unsrer barometrischen Standpunkte, damit jeder von uns seiner Höhe nach bestimmte Punkt von andern Reisenden genau wieder aufgefunden und benutzt werden könne; und dann noch die Rechenschaft über unser Verfahren beim Berechnen der Beobachtungen.

1) Standpunkte an der kaukasischen Linie.

Erster Standpunkt. Taman, links vom großen Wege zum Hafen; 20 Schritt vom steilen Uferrande, 36 Fuß über der Oberfläche des schwarzen Meeres.

2ter Standp. Stebliefka; gleich unter dem Dorfe Wische-Stebliefka, am Meerbusen des Kuban; 1½ Fuß über der Oberfläche desselben.

3ter Standp. Kurky; hart am Wasser des ausgetre-

durch den Spätherbst schon sehr verdorbene Steppenfutter der Postpferde ließ mich erwarten daß ich auf mehreren der auf diesem Wege befindlichen und schlecht bestellten Poststationen sehr aufgehalten, und mein Ziel vielleicht ganz verfehlen würde, wenn ich nicht, wie es früher der Fall schon gewesen war, einen Spezialbefehl vom General-Gouverneur zur Erhaltung von Bauerpferden aus den Dörfern in Ermangelung der Postpferde, bekäme. Dies wurde mir jedoch zufolge eines Befehls von Seiten der Regierung, welche diese Art zu fahren, verbot, abgeschlagen; gleichfalls auch meine Bitte um einen Kourierpaß nach Kisljar; und so mußte ich mich der gewöhnlichen Post und den gewöhnlichen Postleiden ergeben. Wirklich fuhr ich auch, ungeachtet aller meiner Bemühungen, auf die Entfernung von 300 Werst zwischen Georgiefsk und Kisljar, 10 Tage, erreichte daher leztre Stadt erst am 18ten Dezember, und am 16ten sollte, unsrer Verabredung zufolge, Engelhardt in Taman zum leztenmal beobachtet haben! Wer je im Eifer zur Erreichung eines ernsten Ziels gestört wurde, wird einen Begriff von meinen Gefühlen während dieser 10 Tage haben. Ich fuhr dennoch zu meinem Standpunkte am Ufer des Meeres, fand auch dort den 10 Wochen früher als Zeichen eingeschlagenen Pflock wieder, und beobachtete bis XI h. 15′. Engelhardt hatte den sechs Tagen der Beobachtung noch drei hinzugefügt, und durch diese neuntägige langweilige Arbeit, zur Erreichung unsers Zweckes nichts versäumt. Aber er schloß seine Beob-

achtungen demnach am 19ten Dezember, und ich beobachtete erst des folgenden Vormittags, also 24 Stunden zu spät, um auch nur eine einzige gleichzeitige Beobachtung gemacht zu haben. Allein, wenn auch die große Distanz unsrer Standpunkte durch keine mehrtägigen gleichzeitigen Beobachtungen ersetzt werden konnte, so mußten doch die neuntägigen Beobachtungen Engelhardts in Taman, ihren Verlust einigermaßen aufheben, und ein Vergleich derselben mit meiner einen Tag später angestellten Beobachtung ein Resultat geben, das den Resultaten der beiden vorigen Nivellements zum Theil entspräche, sie wenigstens in keinem Stücke zweifelhaft macht.

Ehe wir aber zu den Resultaten unsrer Messungen übergehen, folge hier noch zuerst eine Uebersicht aller unsrer barometrischen Standpunkte, damit jeder von uns seiner Höhe nach bestimmte Punkt von andern Reisenden genau wieder aufgefunden und benutzt werden könne; und dann noch die Rechenschaft über unser Verfahren beim Berechnen der Beobachtungen.

1) Standpunkte an der kaukasischen Linie.

Erster Standpunkt. Taman, links vom großen Wege zum Hafen; 20 Schritt vom steilen Uferrande, 36 Fuß über der Oberfläche des schwarzen Meeres.

2ter Standp. Stebliefka; gleich unter dem Dorfe Wische-Stebliefka, am Meerbusen des Kuban; $1\frac{1}{2}$ Fuß über der Oberfläche desselben.

3ter Standp. Kurky; hart am Wasser des ausgetre-

tenen Kuban, einige hundert Schritt südlich von der Schanze.

4ter Standp. Staroi=Redut; 40 Schritt in grader Linie vor dem Thor der Schanze.

5ter Standp. Petrofsk; nicht weit außerhalb der südlichen Spitze der Schanze.

6ter Standp. Kopyl; 150 Schritt außerhalb des westlichen Vorsprungs der Schanze.

7ter Standp. Auf ebner Steppe, 8 Werst von Kopyl und 11 Werst von Karakubansk längs des Weges; an der Grenze zwischen der Schilfniedrigung und der trocknen Steppe.

8ter Standp. Karakubansk; westlich vom Posthause, ebne Steppe.

9ter Standp. Meschastofka; 60 Schritt vor der Thür des Posthauses.

10ter Standp. Vidnjansk; 70 Schritt südlich von der Hausthür.

11ter Standp. Jekaterinodar; in S. S. W. von der Kirche, nah am erhöhten Thalrande des Kuban, einige hundert Schritt hinter den letzten Häusern.

12ter Standp. Pawlofsk; unterhalb des Kordon; 7 Fuß über dem Niveau des Kuban.

13ter Standp. Kursunsk; rechts vom Thor des Posthauses auf dem hohen Ufer des Kuban.

14ter Standp. Redutskoi=Karantin; am steilen Uferrande des Kuban, unweit des Tauschplatzes.

15ter Standp. Ustlaba; hart am Kuban; $10\frac{1}{2}$ Fuß über seinem Niveau.

16ter Standp. Ladofsk; hart am Kuban; 8 Fuß über seinem Niveau.

17ter Standp. Tiflitzk; der Festung gegenüber am Wasser.

18ter Standp. Kasansk; hart am Kuban; 9 Fuß über seinem Niveau.

19ter Standp. Kavkask; hinter der Kirche am Thalrande.

20ster Standp. Temischberg; niedriges Ufer des Kuban; 5 Fuß über seinem Niveau.

21ster Standp. Gregori-Polis; an der Südseite der Stanitze, auf dem hohen Ufer des Kuban und der Protoka, wo der Weg ins Thal führt.

22ster Standp. Protschnoi-Okop; ½ Werst vor dem Dorfe von Gregori-Polis aus, rechts vom Wege, auf einem abgesonderten runden Hügel.

23ster Standp. Sapadnoi; Wiese im Thal des Kuban, 1½ Werst von seinem Ufer, 100 Schritt östlich von der Pforte, am Wege.

24ster Standp. Nadfornoi; Wiese auf der S. O. Seite der Schanze, ½ Werst vom Kuban.

25ster Standp. Bursukofsky; einige Fuß über dem Niveau der Protoka.

26ster Standp. Newinni-Muis; am hohen Ufer des Kuban, wo zu demselben ein Weg zwischen der Festung und dem Kosakenposten hinunterführt.

27ster Standp. Ustnewinsk; 120 Schritt vom Kordon, am sanften Abhang des Ufers der Newinka, am Wege.

28ster Standp. Jeman-Dschelga; in S. O. von der Schanze, 6 Schritt vom steilen Abhang des Kubanufers.

29ster Standp. Batal-Paschinsk; hart am hohen Kubanufer, in S. O. von der Schanze.

30ster Standp. Nischnei-Abasinsk; 60 Schritt vor der Hinterpforte.

31ster Standp. Kamluik; flacher Abhang, 90 Schritt östlich vom Kordon, am Wege.

32ster Standp. Tanlitzk; 100 Schritt nordöstlich von der Pforte.

33ster Standp. Kumskoi; 3 Schritt vom Ufer der Kuma, 2 Fuß über ihrem Niveau.

34ster Standp. Constantinogorsk; in S. von der Festung, 5 Fuß über dem Niveau des Podkumok, ganz nah an seinem Ufer.

35ster Standp. Lyssigora; südlich von der Poststation, 10 Schritt vom Ufer des Podkumok, 12 Fuß über seinem Niveau.

36ster Standp. Georgiefsk; gleich unter der Festung, und oberhalb der Brücke, am Ufer des Podkumok, 2½ Fuß über seinem Niveau.

37ster Standp. Pawlofsk, 120 Schritt vor der Post auf ebener Steppe.

38ster Standp. Soldatsk; 8 Schritt vom hohen Uferrande der Malka, 36 Fuß über ihrem Niveau.

39ster Standp. Prokladnoi; 3½ Fuß über dem Niveau der Malka.

40ster Standp. Jekaterinogrod; westlich vom Posthause, auf ebner Steppe.

41ster Standp. Mosdok; nordöstlich von der Stadt, 6 Fuß über dem Niveau des Terek, hart an seinem Ufer, bei den Wassermühlen.

42ster Standp. Kaljugai; südwestlich von der Staniza, 1 Fuß über dem Niveau des Terek.

43ster Standp. Naur; ½ Werst vor der Staniza, von Kaljugai aus, in N. W. von der Kirche derselben.

44ster Standp. Kalinofsk; 80 Schritt vor der nördlichen Pforte.

45ster Standp. Tschermensk; 52 Schritt vor der Pforte.

46ster Standp. Schedrynsk; 200 Schritt östlich von der Post.

47ster Standp. Staraglazk; 80 Schritt nördlich von der Posthütte.

48ster Standp. Kargalinsk; 70 Schritt südwestlich von der Posthütte.

49ster Standp. Borosda; 50 Schritt vor der Thür des Posthauses, am erhöhten Ufer der Suchaja Borosda.

50ster Standp. Kisljar; in der Stadt, hart am Ufer des Terek, 3 Fuß über seinem Niveau.

51ster Standp. Ufer des kaspischen Meeres; in nordöstlicher Richtung von Slatka Jeruk, 6 Fuß über dem Niveau des Meeres.

2) Standpunkte im kaukasischen Gebirge.

1. Höchster von uns bestiegener Punkt des Kasbek, auf der S. W. Seite seiner Schneehaube.
2. Zweiter Standpunkt auf derselben Seite der Schneehaube.
3. Schneegränze des Kasbek; s. die Reisebeschreibung.
4. Quelle des Terek; dem Dorfe Rees vorbei, die von N. O. kommende Quelle verfolgend, bis zu ihrer Bildung aus zwei nah nebeneinander fließenden Bächen etwa $\frac{5}{4}$ Stunden Weges oberhalb Rees.
5. Die steinerne Schäferhütte auf dem Wege von Stepan Zminda zum Kasbek, s. die Reisebeschreibung.
6. Zwischen der Schäferhütte und Stepan Zminda.
7. Der Terek beim Dorfe Rees bei seiner Bildung aus dem nordöstlichen und südwestlichen Bache, der untere Quecksilberspiegel 1 Fuß über seinem Niveau.
8. Am rechten Thalrande des Terek, zwischen den Dörfern Okrokana und Tschetteritsch auf dem hohen Porphyrrücken, welcher hier den Terek zu einer Biegung zwingt.
9. Am Terek vor dem Dorfe Abaná, $1\frac{1}{2}$ Fuß über dem Niveau des Flusses.
10. Am Terek vor dem Dorfe Kobi, auf einer Sandinsel desselben, 1 Fuß über dem Niveau des Wassers.
11. In einem Tannenwäldchen auf dem rechten Terekufer beim Dorfe Dsion, zwischen Kobi und Stepan Zminda.

12. Am Terek bei Stepan Zminda, 2 Fuß über dem Niveau des Flusses, unterhalb der Brücke.

13. Gipfel des Beschtau.

14. Am Terek, $2\frac{1}{2}$ Fuß über seinem Niveau, bei dem Dorfe Lars.

15. Am Terek, im Flußbette selbst, auf einer Sandbank, bei Wladi-Kawkas, gleich unterhalb der Brücke.

16. Wiese am Fuß des Beschtau, zweiter Hügel von der Festung Constantinogorsk zum Berge hin.

17. Neben der Schanze Constantinofsk, 30 Werst von Mosdok auf dem Wege nach Wladi-Kawkas.

18. Bei der Schanze Kumbileika, 60 Werst von Mosdok auf dem Wege nach Wladi-Kawkas, 4 Fuß über dem Niveau der Kumbileika.

3) Standpunkte im Gebirge der Krym.

1. Höchste, oder S. W. Spitze des Tschatyrdagh.
2. Kuppe auf dem Rücken der Babugan-Jaila.
3. Andre Kuppe auf dem Rücken der Babugan-Jaila.
4. Niedrigere N. O. Spitze des Tschatyrdagh.
5. Quelle am Tschatyrdagh auf dem Wege von dem Dorfe Schuma zu seinem Gipfel.

Es folgt nun zum Beschluß dieses beschreibenden Theils unsrer Messungen die Angabe der auf dieselben angewandten Rechnungsmethode, da, unerachtet der Festigkeit der Grundsätze auf welchen diese Lehre im Ganzen beruht, und der Genauigkeit bis zu welcher sie in der Formel von La Place erhoben ist, dennoch

über die Wahl des allgemeinen Coëfficienten der Formel, die Wahl des besondern Coëfficienten der Ausdehnung der atmosphärischen Luft und des Quecksilbers durch die Wärme, vorzüglich über das Gesetz der Wärmeabnahme an der Erdoberfläche keine allgemeine, entschiedne Stimme herrscht. Aus unten anzugebenden Gründen haben wir es vorzüglicher gefunden, keine der zu barometrischen Höhenmessungen angefertigten Tafeln anzuwenden, sondern uns an die reine Formel selbst zu halten. Diese, nach welcher wir unsre sämmtlichen Barometerbeobachtungen, sowohl der Berge in der Krym und des Kaukasus, als auch der Nivellements längs der kaukasischen Linie, berechnet haben, ist:

$$Z = 9440^{\text{Tois.}} \left(1 + \frac{t + t'}{420}\right) \left[\log.\left(h - \frac{T - T'}{4330} h\right) - \log. H\right] \; ; \text{(A)}$$

Mit wenigen Abweichungen ist sie ganz die Formel von La Place, welche eigentlich folgende ist:

$$Z = 18336^{\text{mètr.}} (1 + 0{,}0028371 \cos. 2\,\psi) \left(1 + \frac{2(t+t')}{1000}\right) \left[\left(1 + \frac{z}{a}\right) \log. \frac{h}{H} + \frac{z}{a}\, 0{,}868589\right] \; ; \text{(B)}$$

In beiden Formeln bedeutet Z die gefundne Höhe der gemessenen Station, aber in der Formel A, in Toisen, in der Formel B in Metern; t, t' die Temperaturen der Luft an beiden Standpunkten; T, T',

die Temperaturen des Quecksilbers im Barometer an beiden Standpunkten, h die Barometerhöhe des untern, H die des obern Standpunkts; in der Formel B ist ψ die geographische Breite des Orts der Messung, a der Halbmesser der Erde = 6366198 Meter, und z die Differenz der Logarithmen der Barometerstände durch 10000 multiplicirt.

Zuerst haben wir in Hinsicht des allgemeinen Coëfficienten eine kleine Abänderung getroffen und statt der 18336 Meter oder 9434 Tois. in der Formel B, die 9440 Tois. in der Formel A angenommen. Diese Zahl ist der von Ramond durch vielfältige Erfahrungen gefundne Coëfficient für Barometermessungen in den Pyrenäen, einem zwischen dem 42 und 44sten Breitengrade gelegenen Gebirge, und ist mithin eine sehr willkommne Vorarbeit für unsre Barometermessungen im Kaukasus und der Krym, die sämmtlich zwischen dem 42 und 45sten Breitengrade angestellt sind. Daher hatten wir kein Bedenken zu tragen, diesen Coëfficienten dem von La Place vorzuziehen, obgleich der Unterschied in der Anwendnng beider, selbst für den Kasbek, einen Berg von 2400 Tois. Höhe, nur 7 Tois. beträgt. Ramond bestimmte den Coëfficienten auf 18393 Meter. Nach den zwischen Dünkirchen und Barcellona angestellten Gradmessungen, nebst den Pendelversuchen, beträgt die Länge des 45sten Meridiangrades 57027 Tois., mithin das Meter, als der Zehnmilliontheil des Quadranten = 3 Fuß,

0 Zoll, 11,44 Lin. Folglich betragen die 18393 Meter des Ramond grade 9440 Toiſ. —

Eben dieſe Anwendung des ramondſchen Coëfficienten hieß uns das Glied ($1 + 0{,}0028371 \cos. 2\,\psi$) ganz wegzulaſſen, weil es die Korrektur der gefundnen Höhe für die Abnahme der Schwere nach der geographiſchen Breite enthält, und mithin in dem für die Breite des Kaukaſus practiſch gefundenen Coëfficienten Ramonds ſelbſt enthalten iſt.

Der Faktor $1 + \frac{t + t'}{420}$ in der Formel A, betrifft die Korrektur der gefundenen Höhe für die Temperaturabnahme mit der Entfernung von der Erdoberfläche, und weicht von demſelben Faktor in der Formel B, in ſo weit ab, als in jenem die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft durch 1° R. auf $\frac{1}{210}$ und nicht, wie in dieſer auf $\frac{1}{250}$ des Raums feſtgeſetzt iſt, weil die Verſuche von Gay-Luſſac, mit der Gilbertſchen Correctur für die Ausdehnung des Glaſes, ſie auf 0,00475 oder $\frac{1}{210}$ angeben, und wir dieſe Verſuche für die genaueſten halten.

Das Glied $\frac{T - T'}{4330}\,h$ betrifft die Correctur für die ungleiche Ausdehnung beider Queckſilberſäulen durch die ungleiche Temperatur an beiden Standpunkten.

Noch befindet ſich in der Formel von La Place der Faktor $\left[\left(1 + \frac{z}{a}\right) \log. \frac{h}{H} + \frac{z}{a}\, 0{,}868589\right]$. Er enthält die Correctur der reſultirenden Höhe, für die Abnahme der Schwere in ſenkrechter Erhebung über der Erdoberfläche. Dies iſt das einzige Glied

welches wir aus der Formel B ganz weggelassen haben, weil es Größen betrifft, die bei unsern Messungen gar nicht in Anschlag kommen. Die Zuziehung dieser Correctur würde zwar den Kasbek um 7,5 Tois. höher angeben, wenn die Richtigkeit der bisherigen Ansicht dieses Gegenstandes außer Zweifel gesetzt wäre. Dies ist sie nicht; das 2te Kap. von meines Vaters Physik der Erde, überschrieben: Betrachtungen über die Schwere der Erde, hat gezeigt, wie man einen Umstand von Bedeutung in dieser Abnahme der Schwere, als unwesentlich betrachtet, und somit ganz übergangen hat. Es ist die Schwere der Bergmasse, welche zwischen dem seiner Höhe nach zu messenden Punkt, und der Erdoberfläche liegt. Es folgt ein kleiner Ueberblick, dieser neuen, in jenem Werke ausführlich behandelten Ansicht.

Die Pendelversuche welche La Condamine in Para an der Meeresküste, in Quito auf einer Höhe von 1506 Tois., und auf den Pichincha, in einer Höhe von 2500 Tois. über dem Meere angestellt hat, geben nach der Berechnung die Schwere in Quito und auf dem Gipfel des Pichincha um ein sehr Beträchtliches größer an, als die durch das einfache Gesetz der Abnahme der Schwere im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung vom Erdmittelpunkt berechnete Schwere beider Punkte; und die nach den Pendelversuchen berechnete Schwereabnahme auf dem Pichincha beträgt nur ungefähr die Hälfte von der, der Erhebung dieses Punkts nach dem bloßen Gesetz

der Gravitation der Erdkugel zukommenden Schwere-abnahme. — Diese große Abweichung konnte nicht aus einem Fehler der so sorgfältig angestellten Versuche entspringen, sondern folgt aus der eignen Anziehung der Bergmasse auf welcher die Pendelversuche angestellt sind. Diese Masse ist bisher als gegen die Erdmasse verschwindend angenommen und demnach nicht berücksichtigt worden; aber sie ist nicht mehr verschwindend, sobald man bedenkt, daß auch die Entfernung ihres Schwerpunkts vom Ort der Pendelversuche als gegen den Erdhalbmesser verschwindend angenommen werden kann, also das Verhältniß der Massen durch das Verhältniß der Entfernungen der Schwerpunkte vom Pendel compensirt wird, und mithin der Berg als eine von der Erdmasse isolirte, gegen den Pendel gravitirende Masse, in Rechnung gebracht werden muß. Da die Figur und Größe des Pichincha nicht gegeben sind, um aus ihnen mit Zuziehung seines ungefähren specifischen Gewichts, seine eigenthümliche Schwere zu bestimmen, so verfahre man synthetisch, und suche die Größe derjenigen Masse, deren Schwere hinreichen würde, jene Vermehrung der Pendelschwingungen an dem gegebenen Punkt zu erzeugen. Und in der That, giebt die Rechnung für den Pichincha, bei einer Höhe desselben von 2500 Tois. einen kegelförmigen Berg, dessen untrer Halbmesser 10669 Tois. beträgt; ein Resultat welches der Wahrheit so nahe liegt, daß es wenigstens die Möglichkeit der Prämissen zur Gnüge beweist. Noch auffallender ists, mit Zuziehung der in

Quito angestellten Pendelversuche, den über dem Plateau von Quito liegenden und fast rein kegelförmigen Pichincha derselben Rechnung zu unterwerfen, wodurch sichs denn findet, daß bei derselben Höhe von 592 Tois. über dem Plateau von Quito, und gleicher Kegelform, der untere Durchmesser des nach den Pendelversuchen berechneten Berges nur um 1,6 Tois. von dem nach dem Gesetz der Schwereabnahme, mit Zuziehung der eignen Schwere des Berges berechneten Kegel abweicht.

Diese Ansicht beweist also hinlänglich, daß die Massen der Berge in keinem Fall als unbeträchtlich anzusehen sind, sobald es die Schwere an einem Punkt auf der Erdoberfläche gilt. So wie nun der Pendel auf einem Berge von 2500 Tois. über der Meeresfläche der Anziehung desselben folgend, die Abnahme der Schwere nur halb so groß angiebt, als das bloße Verhältniß des Quadrats der Entfernung dieses Punkts vom Erdmittelpunkt, zum Quadrat des Erdhalbmessers, so muß auch ein Barometer auf demselben Punkt der Gravitation des Berges auf dieselbe Weise folgen, und auch nur die halbe Verminderung der Schwere erfahren, als das letzte Glied in der Formel von La Place in Rechnung zu bringen erheischt. Der Kasbek wird durch diese Korrektur von La Place um 7,5 Tois. höher; mit Anschlag der eigenthümlichen Schwere des Kasbek, die gewiß nicht geringer als die des Pichincha ist, da der Kasbek nur einen Schneegipfel auf der 1000 Werst langen und 50 Werst breiten Gebirgsmasse des Kaukasus ausmacht, dürfte die Korrektur also höch-

stens 3,7 Tois. betragen, eine Größe, deren Vernachlässigung bei 2400 Tois. Höhe wohl keinem Vorwurf ausgesetzt ist.

Zwar kann man einwenden daß die Gebirgsmasse auch die sie umgebende Atmosphäre durch ihre Anziehung schwerer macht, und dadurch wieder einen Theil der aus gleicher Ursache vermehrten Schwere des Quecksilbers aufhebt. Allein, hier hat man das Volumen der Luft gegen das des Quecksilbers in Anschlag zu bringen, in so fern nämlich der Mittelpunkt der Schwere für dieses, an dem Gipfel des Berges selbst, für jene aber weit über demselben liegt, und mithin die Anziehung im Verhältniß des Quadrats der Distanzen beider Schwerpunkte, der Luft und des Quecksilbers, vom Schwerpunkt des Berges, die Vermehrung der Schwere der Luft um den Berg bestimmt. Behielte die Atmosphäre vom Gipfel des Kasbek an aufwärts dieselbe Dichtigkeit, so würde sie ungefähr eine Höhe von 2350 Tois. erreichen; ihr Schwerpunkt wäre dann bei 1170 Tois. über dem Kasbek; da aber die Abnahme der Dichtigkeit in geometrischer Progression geschieht, so sey er ungefähr bei 1000 Tois. Der Schwerpunkt der unterhalb befindlichen Gebirgsmassen, ist wegen der großen Ausdehnung des Kaukasus bei etwa der Hälfte der Höhe des Kasbek, also bei 1200 Tois. unter seinem Gipfel anzunehmen, mithin beträgt die Vermehrung der Schwere der Luft bei 1000 Tois. über dem Gipfel des Kasbek, oder bei 2200 Tois. über seinem Schwerpunkt und $(\frac{1000}{2200})^2 = \frac{1}{5}$ von der Vermehrung

rung der Schwere am Gipfel des Berges oder 1000 Tois. von seinem Schwerpunkt entfernt, wo sich das Barometer befindet. Letztere macht ungefähr 3,7 Tois. aus, also erstre $\frac{3,7}{5}$ = 0,7 Tois., um welche die Vermehrung der Schwere des Quecksilbers wiederum vermindert wird, so daß diese nun nicht mehr 3,7 Tois. sondern 3 Tois. ausmacht, und mithin die Verminderung der Schwere auf dem Gipfel des Berges im Ganzen statt 7,5, ungefähr 4,5 Tois., also nur $\frac{1}{222}$ der Höhe des ganzen Berges beträgt.

Dies ist der Grund welcher uns berechtigte die Correctur für die Schwereabnahme nach der Höhe bei der Berechnung aller unsrer Barometerhöhen wegzulassen, auch beim Nivellement der Steppe, bei welcher ihr Einfluß ganz unbeträchtlich ist.

Unsre Beobachtungen, so wie die Resultate derselben, sind der Inhalt nachstehender Tabelle. Die erste Kolumne bezeichnet die Stationen von Taman aus gerechnet, durch Zahlen, um ihre langen Namen zu vermeiden. Die zweite Kolumne giebt den Tag der Beobachtung, die dritte die Tageszeit an, während welcher von Viertelstunde zu Viertelstunde beobachtet ward. Die vierte Kolumne enthält das Mittel aus allen während der Beobachtung bemerkten Richtungen des Windes, und eine Schätzung seiner Stärke. Eben so enthält die fünfte Kolumne einige Witterungsbeobachtungen. Die Beobachtungen der Thermometer im Freien, die des Barometers nach Hinzufügung von 1,1‴ für den Einfluß der Kapillarität und Wölbung und

nach der Correctur für das untre Gefäß, und die Beobachtungen des Thermometers am Barometer, sind, so viel wir deren für jede Station correspondirend hatten, in ein Mittel zusammengezogen, und in der sechsten, siebenten und achten Kolumne angegeben. Diese Beobachtungen in die obige Formel A eingeführt; geben die in der letzten Kolumne enthaltnen Höhenunterschiede der einzelnen Stationen in Toisen. Mit den Standpunkten bei Taman und dem kaspischen Meere anfangend, haben wir allen absteigenden Stationen das negative Zeichen gegeben, alle ansteigenden positiv gelassen, so daß nach Abzug jener, und nach Addition dieser, in der am Schluß beider Tabellen, des Hin- und Rücknivellements befindlichen Zahl das wahre gegenseitige Niveau der beiden Endpunkte enthalten ist.

Um auch die Details der Rechnung selbst anzugeben, stehe hier die Berechnung einer unsrer Stationen, der ersten des Hinnivellements:

Stebliefka. 3,51° R. am Bar. 340,42''' = 3,54° R. im Freien.
Taman. 2,76 = = = 339,82 = 2,94 = = =

$0{,}75 = T - T'$ $\qquad$ $6{,}48 = t + t'$

```
      340              9440
      ---               6,5
      300              ----
      225  340,42      4720
4330|25500|0,06        5664   9440
    |25980|        420|613600|146
                      |420   —
                       1936   9586
                       1680
                       2560
```

$$340{,}36 = h - \frac{T - T'}{4330}\, h \qquad 9586 = 9440\left(1 + \frac{t + t'}{420}\right)$$

log. 34036 = 5319385
log. 33982 = 5312489

$$0{,}0006896 = \log \frac{h}{H}$$

```
0,0006896
     9586
---------
       40
      551
     3448
    62064
```

$$Z = 6{,}6103$$

Im Gliede $t + t'$ haben wir immer die Hundert-theile weggelassen, weil ein Fehler hierin von 0,04° R. im Resultat für eine Station von 60 Tois. Höhe, nur einen Fehler von 0,001 Tois. ausmacht. Gleichfalls haben wir zur Bestimmung von $\frac{T-T'}{4330}h$ nur die Ganzen von h genommen, weil ein Fehler von 0,9‴ im Resultat noch auf die Hunderttheile der Linien des Barometerstandes keinen Einfluß hat. Die letzte Multiplication ist die abgekürzte, wodurch wir die zu findenden Höhen bis in die dritte Decimalstelle genau erhalten, indem auch der größte Fehler in der vierten, d. h. 0,0009 Tois. auf ein Nivellement von 50 Stationen am Schluß desselben nur einen Fehler von 0,045 Tois. beträgt.

Es könnte vielleicht auffallen, warum wir uns bei der großen Anzahl der zu berechnenden Stationen, nicht der zu Barometermessungen angefertigten Tafeln bedient haben. Dies konnte schon wegen der Beibehaltung des ramondschen Coëfficienten, nicht gut geschehen. Allein, auch davon abgesehen, halten wir die barometrischen Höhentafeln überhaupt für entbehrlich; denn, theils ist man bei ihrer Anwendung an die Ansichten gebunden, nach welchen sie der Verfasser construirt hat, theils scheinen sie uns zu den s. g. Rechnungsfehlern mehr Anlaß zu geben, als die wenn gleich etwas weitläuftigere Rechnung nach der Formel selbst; auch ist der Zeitgewinn den sie verschaffen nicht bedeutend. Jedes Exempel auf obige Art gerechnet,

erfordert das Hinschreiben von etwa 150 Ziffern, und ist in sechs bis sieben Minuten fertig, wobei alle Hauptsachen, um Fehler zu vermeiden, noch einmal überrechnet sind; dazu bedarf man keines andern Buches als der gewöhnlichen Logarithmen, welche ohnehin ein nothwendiges Bedürfniß jeder Messungsreise sind, und nicht mehr Platz einnehmen, als irgend eine der barometrischen Tafeln. Dasselbe Exempel, nach den Tafeln von Lindenau, welche noch die zweckmäßigsten zu seyn scheinen, berechnet, erfordert das Hinschreiben von etwa 80 Ziffern, und ist füglich in vier Minuten, aber auch nur einmal gerechnet; dabei hat man aber für kleine Höhen siebenmal, für große Höhen achtmal in den Tafeln nachzuschlagen, auf der fünften und sechsten Tafel noch Interpolationen im Kopf zu machen, und erhält doch nur die Zehntheile der Toisen genau, was für einzelne Höhen zwar überflüssig, aber für ein Nivellement von vielen Stationen lang nicht genau genug ist, indem man sich bei der Summirung von 50 Stationen dadurch schon um 4,5 Tois. irren könnte.

Auch um während der Reise selbst, sich eine Uebersicht der gemessenen Höhen schnell zu verschaffen, haben die Tafeln keinen großen Nutzen, denn die bloße logarithmische Differenz der Barometerstände, nachdem nur die Temperatur ihres Quecksilbers in Anschlag gebracht ist, mit 10000 multiplicirt, — eine Arbeit von höchstens zwei Minuten, giebt die Höhen für eine beiläufige Uebersicht hinlänglich genau an, indem man selbst bei unsern Nivellements durch Summirung die-

ser bloßen logarithmischen Differenzen in allen 50 Stationen des Hinnivellements nur um 3,5 Tois., in denen des Rücknivellements nur um 5,4 Tois. fehlt.

(S. die beigefügten Tabellen.)

Die Profilzeichnung der kaukasischen Linie ist ein Resultat des Steppennivellements. Wir haben in diesem Entwurf nur die Resultate des ersten Nivellements aufgenommen, indem die kleinen Abweichungen des zweiten nur dem Einfluß der späten Jahreszeit zuzuschreiben sind, und daher jenes mit Recht als das genauere angenommen wird. Das Niveau des schwarzen Meeres wurde zuerst in einer graden horizontalen Linie ausgezogen, 6,6 Tois. über demselben der erste Standpunkt bei Taman, bezeichnet, und von hier an alle Station nach dem Verhältniß ihres Niveau zu dem des schwarzen Meeres aufgetragen. Die Entfernungen der einzelnen Stationen haben wir, bis auf die letzte, am kaspischen Meer, als einer sehr langen, überall gleich genommen, indem wir uns hiebei, wegen der Krümmungen des Weges nicht nach dem unten befindlichen Plan der kaukasischen Linie richten konnten. Der Höhenmaaßstab dieser Zeichnung ist 400 mal größer als der ihrer Länge, indem der nivellirte Strich, nach Summation der gradlinigten Distanzen der einzelnen Stationen von einem Meer zum andern, 990 Werst, seine größte Erhebung über dem schwarzen Meer nur 305 Tois., also $\frac{1}{1777}$ der Länge beträgt, welches

(Zum zweiten Theil Pag. 54.)

Erstes Nivellement der Steppe.

Station.	Tag.	Stunde.	Wind.	Wetter.	freies Therm.	Barom.	barom. Therm.	Toisen.
1 2	17. Nov.	I h. bis II h	60 N.O. stark. N.O. stark.	Klar; kleines Gewölk. Klar; kleines Gewölk.	2,94 3,54	339,82‴ 340,42	2,76 3,51	— 6,61
[illegible] 18	[illegible]	VI h. bis IX h. N.M.	S. mittelmäßig. 70 S.O. klein.	Trübe; kleiner Donner in S. Bewölkt.	20,88 16,92	338,62 334,87	21,57 17,14	3,305
18 19	24.	VII. bis VIII. V.M.	70 N.O., 70 S.O. mittelmäß. 40 N.O. klein.	Himmel in O. stark bewölkt. Himmel in O. bewölkt.	15,77 15,55	334,03 330,65	15,94 16,40	45,332
19 20	24.	XI. bis XII.	Ganz klein, unbestimmt. O. mittelmäßig.	Ganz bewölkt. Trübe und klar abwechselnd.	19,80 20,50	330,81 333,23	20,71 22,14	— 31,253
20 21	24.	IV. bis V.	60 S.W., N.W. klein. Windstille.	Trübe; kleiner Donner in S.O. Anfangs kleine Regentropfen.	18,16 17,10	333,04 331,47	18,88 17,48	19,531
21 22	25.	I bis II.	N. sehr klein, Windstille. N. Hauch, Windstille.	Bewölkt; die vorige Nacht Regen. Leichtes Gewölk.	21,29 21,32	332,56 330,22	21,80 27,76	31,883
22 23	26.	X. bis XI.	40 S.O. stark. 60 S.O. stark.	Heiter. Heiter.	19,94 20,40	330,41 330,62	19,79 21,08	— 1,631
23 24	26.	III. bis IV.	O. mittelmäßig. O. mittelmäßig.	Heiter. Heiter.	21,62 21,72	330,26 330,13	21,69 21,95	2,054
24 25	27.	VI. bis VII. V.M.	Unbestimmte Hauche. 40 S.O. mittelmäßig.	Heiter; starker Thau. Heiter.	15,20 14,45	328,40 327,41	15,75 14,50	12,047
25 26	27.	XII. bis I.	W. klein, Windstille. W. Hauch, Windstille.	Heiter. Heiter.	22,00 23,64	328,15 326,10	23,02 25,00	30,572

)(

Station.	Tag.	Stunde.	Wind.	Wetter.	freies Therm.	Barom.	barom. Therm.	Toisen.
26 27	27. Jul.	VI. bis VII. N. M.	30 S. W. klein, Windstille. S. mittelmäßig.	Stark bewölkt. Wolkenzug.	17,21 17,12	325,86 324,37	17,59 17,44	20,185
27 28	28.	X. bis XI.	N. Hauch, Windstille. N. klein.	Größtentheils heiter. Heiter.	20,18 19,73	324,70 319,49	20,78 21,68	73,459
28 29	28.	III. bis IV.	O. Hauch, Windstille. O. klein.	Hie und da bewölkt. Bewölkt.	21,15 22,45	318,93 319,23	22,22 23,45	— 2,977
29 30	28.	VI. bis VII. N. M.	Windstille. Windstille.	Himmel nur in S. bewölkt. Klar.	17,82 15,17	318,75 312,75	18,46 16,63	82,234
30 31	29.	XII. bis I.	O. sehr stark. O. stark.	Heiter. Heiter.	20,58 20,47	311,88 313,32	21,04 20,48	—21,305
31 32	29.	IV. bis V. N. M.	O. stark. 70 S. O. stark.	Heiter. Heiter.	19,32 20,40	312,92 317,78	19,26 20,43	—67,896
32 33	30.	II. bis III.	O. klein. O. klein.	Heiter. Heiter.	22,00 22,62	318,36 323,12	22,80 22,85	—67,308
33 34	31.	VI. bis VIII. V. M.	Windstille. Windstille.	Leicht bezogen. Heiter.	15,23 16,73	324,01 319,60	16,63 16,30	60,189
34 35	13. Aug.	XII. bis II.	O. klein, Windstille. O. klein.	Heiter, Wolken in S. Heiter.	20,83 21,60	318,96 324,22	22,42 21,17	—74,934
35 51	14.	IV. bis V. [illegible]	O. ganz klein. S. W. mittelmäßig	Heiter. Anfangs kleiner Regen.	21,09 [illegible]	323,30 [illegible]	21,35 [illegible]	—55,359

Also: das Niveau des kaspischen Meeres unter dem Standpunkt bei Taman: 60,771
Und das Niveau des kaspischen Meeres unter dem Niveau des schwarzen 54,161

Zweites Nivellement der Steppe.

Station.	Tag.	Stunde.	Wind.	Wetter.	freies Therm.	Barom.	barom. Therm.	Toisen.
51	10. Oct.	VII. bis VIII.	W. mittelmäßig.	Am Horizont Gewölk; in der Nacht Regen.	5,98	339,89	5,51	3,609
50		V. M.	W. recht stark.	Bewölkt.	7,22	339,72	7,07	
					[illegible]	[illegible]	[illegible]	74,004
34		V. M.	50 N.O. mittelmäßig.	Etwas Schnee.	—4,70	320,23	—4,58	
34	26.	VII. bis VIII.	Windstille.	In O. u. W. dick bewölkt; die Nacht Schnee.	—4,65	319,76	—5,63	54,020
33		V. M.	O. Hauch, Windstille.	Heiter.	—9,08	323,97	—7,95	
33	26.	II. bis III.	Windstille.	Leicht bewölkt.	—0,02	324,43	4,57	65,598
32			70 S.W. klein.	Gewölk.	3,28	319,65	9,07	
32	27.	VIII. bis IX.	80 N.W. sehr klein.	Bezogen, ganz kleiner Regen.	1,85	319,18	1,75	67,671
31		V. M.	80 N.W. klein.	Bezogen, einige Regentropfen.	1,83	314,03	2,15	
31	27.	XII. bis I.	W. klein.	Heiter; in S.O. leichtes Gewölk.	5,15	314,13	5,61	16,758
30			N.W. mittelmäßig.	Heiter; in S. leichtes Gewölk.	5,41	312,94	6,42	
30	28.	VII. bis VIII.	Windstille.	In S.W. bewölkt.	2,32	311,16	1,72	81,282
29		V. M.	Windstille.	Bezogen.	1,80	317,34	1,90	
29	28.	XI. bis XII.	Windstille.	Bewölkt.	9,31	318,06	11,19	1,345
28			Windstille.	Bewölkt.	8,96	317,95	10,22	
28	28.	III. bis IV.	Windstille.	Ganz bezogen.	9,96	317,35	9,89	72,167
27			Windstille.	Bezogen; einzelne Regentropfen.	10,60	322,81	11,19	
27	29.	X. bis XI.	Klein, aus allen Richtungen.	Ganz bezogen.	8,41	322,06	8,21	20,675
26			Klein, aus allen Richtungen.	Ganz bezogen.	7,06	323,58	7,56	

Station.	Tag.	Stunde.	Wind.	Wetter.	freies Therm.	Barom.	barom. Therm.	Toisen.
26 25	29 Oct.	II. bis III.	Windstille. Windstille	Bewölkt. Wolkenzüge.	8,75 8,87	323,52 325,67	8,71 9,61	27,373
25 24	30.	VIII bis IX. V. M.	W. mittelmäßig. W. stark.	Im Zenit klar; die Nacht Regen. Die Nacht starker Regen.	2,16 2,02	328,87 329,84	2 02 2,14	12,069
24 23	30.	XII. bis II.	60 N. W. mittelmäßig. 70 N. W. sehr stark.	Ganz bewölkt. Zuletzt etwas heller.	3,00 2,86	330,67 332,37	2,74 3,12	20,932
23 22	31.	VIII. bis IX.	O. mittelmäßig. 55 S. O. stark.	Bezogen. Bezogen.	—0,12 —0,57	332,41 332,15	—0,54 —0,51	3,202
22 21	1. Nov.	VIII. bis IX. V. M.	50 S. O. klein. S. W. klein.	Bewölkt. Bewölkt, Regenschauer.	5,36 7,16	330,26 332,89	5,28 7,89	—30,948
21 20	1.	II. bis IV.	Windstille. 35 N. W. klein, Windstille.	Bezogen. In N. und W. bezogen.	11,20 11,02	333,56 335,56	11,67 10,94	—26,580
20 19	2.	VIII. bis IX. V. M.	Windstille. Windstille.	Leicht bezogen in S. und O. Leicht bezogen.	4,82 6,35	335,39 332,69	4,86 6,29	35,427
19 18	2.	XI. bis XII.	Windstille. Windstille.	Leicht bezogen. Dünste im Thal der Beobachtung.	9,7 9,93	333,47 336,82	10,26 9,95	—43,147
18 17	2.	III. bis IV.	N. klein, Windstille. Windstille.	Leichtes Gewölk. Heiter.	13,60 13,80	336,87 337,23	13,82 13,80	— 4,66
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Leichtes Gewölk	14,91	337,95	13,71	[illegible]
2 1	25.	IV. bis V.	[illegible] S. mittelmäßig.	Etwas heiter; dann leicht bewölkt...				53,718

Also: der Standpunkt bei Taman über dem Niveau des kaspischen Meeres 53,718

Und, das Niveau des schwarzen Meeres über dem Niveau des kaspischen 47,108

Nivellement im kaukasischen Gebirge.

Standpunkte der gleichzeitigen Beobachtungen.	freies Therm.	Barom.	barom. Therm.	Höhen=unterschied.	Höhe über dem schwarzen Meere.
[illegible]	[illegible]°	[illegible],5'''	[illegible]°		2168 Toiſ.
Steppennivellement=Standpunkt Nr. 34. . . .	21,00	319,85	20,64	17,945 Toiſ.	
Festung Constantinofsk	7,10	319,79	7,30		190 =
Terek bei Wladi=Kawkas	8,10	312,46	8,40	99,597 =	
Ufer der Kumbileika	10,90	322,90	11,20		169 =
Terek in der Quarantaine von Mosdok . . .	12,60	335,63	12,66	165,973 =	
Steppennivellement=Standpunkt Nr. 41, für die Messung im Hochgebirge					3,5 =
Steppennivellement=Standpunkt Nr. 34, für die Messung des Beschtau					208,6 =

Nivellement im Gebirge der Krym.

Standpunkte der gleichzeitigen Beobachtungen.	freies Therm.	Barom.	barom. Therm.	Höhenunterschied.	Höhe über dem schwarzen Meere.
Südwest-Spitze des Tschatyrdagh	8,50	281,47	9,40	790,278 Toiſ.	790 Toiſ.
Niveau des schwarzen Meeres	18,20	338,12	18,70		
Erste Kuppe auf der Babugan-Jaila	10,10	282,28	12,20	787,358 =	787 =
Niveau des schwarzen Meeres	17,00	338,68	19,70		
Zweite Kuppe auf der Babugan-Jaila	10,10	283,48	11,20	768,325 =	768 =
Niveau des schwarzen Meeres	17,00	338,71	19,40		
Nordost-Spitze des Tschatyrdagh	7,60	283,34	7,70	755,689 =	755 =
Niveau des schwarzen Meeres	19,00	337,96	20,50		
Quelle am nordöstlichen Fuß des Tschatyrdagh . .	10,30	304,10	11,40	451,258 =	451 =
Niveau des schwarzen Meeres.	16,90	327,76	18,30		

in der Zeichnung, bei ihrer Länge von 20 Zoll, nur $\frac{1}{9}$ Linie betragen würde. —

Der Verfolg dieser gebrochenen Linie, welche das Profil des zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere gelegenen Landstrichs darstellt, zeigt wie sie zwischen der 41 und 42sten Station, d. i. zwischen der Stadt Mosdok und der Stanitze Kaljugai, das Niveau des schwarzen Meeres wieder erreicht, es durchschneidet, von da aus unter demselben größtentheils absteigend fortläuft, und sich mit der letzten Station am Ufer des kaspischen Meeres 54 Tois. unterhalb des Niveau des schwarzen Meeres endigt. Also liegt zufolge unseres ersten Nivellements, das kaspische Meer 54 Tois. tiefer als das schwarze.

Geht man zu der tabellarischen Uebersicht des zweiten Steppennivellements über, so findet man: wie der Verlauf desselben, vom Ufer des kaspischen Meeres, als des Anfangspunkts desselben, durch Addition der ansteigenden, und Subtraction der absteigenden Stationen, das Niveau des schwarzen Meeres wiederum in der Nähe der Stanitze Kaljugai durchschneidet, bei der Schanze Nischnei Abasinsk seine größte Höhe erreicht, sich dann wieder senkt, und endlich, ohne das Niveau des kaspischen Meeres wieder zu erreichen, noch 53,7 Tois. über demselben mit dem Standpunkt bei Taman, und nach Abzug von 6,6 Tois. (der Erhebung desselben über dem Meere), 47,1 Tois. über dem Niveau des kaspischen Meeres endigt. Also: liegt zufolge unseres zweiten Nivellements, das

schwarze Meer 47 Tois. höher als das kaspische.

So wäre denn die Erfahrung: daß das Niveau des kaspischen Meeres sich wenigstens 50 Tois. oder 300 par. Fuß unter dem Niveau des schwarzen Meeres befindet, durch zwei Messungen begründet, deren Genauigkeit wir nicht anders darthun konnten, als dadurch daß wir alle Details derselben umständlich und gewissenhaft mitgetheilt, und jeden Naturforscher in den Stand gesetzt haben, diese unsre Arbeit einer strengen Prüfung zu unterwerfen. Wir, unsrerseits finden in keinem der bei diesen Messungen obwaltenden Umständen, weder in der Jahres- noch Tageszeit, weder in den beobachteten und angegebenen Zuständen der Atmosphäre, weder in den Instrumenten und ihrer Beobachtung, noch endlich in der Rechnungsmethode irgend einen Grund, dieses Resultat als nicht existirend, und als aus einem der genannten Momente zufällig entspringend, anzusehen, sondern, sind von der Wahrheit desselben durch wissenschaftliche Gründe vollkommen überzeugt.

Auch unser Versuch zu dem dritten Nivellement mittelst gleichzeitiger Beobachtungen an beiden Meeresufern, liefert nicht geringe Belege für die Richtigkeit dieser nunmehr schon doppelt und mit so auffallender Uebereinstimmung gemachten Erfahrung. Wir wählen von meinen, am Vormittag des 20sten Dezember angestellten Beobachtungen die letzte um XI h. 15′ angestellte, als diejenige aus, bei welcher das Barometer

alle Einflüsse von Seiten der Beschaffenheit der Luft hinlänglich erfahren hatte. Ihr stellen wir aus Engelhardts Beobachtungen in Taman vom 19ten Dezember diejenige zur Seite welche gleichfalls um XI h. 15′ angestellt ward. Zwar ist diese nicht die letzte Beobachtung Engelhardts an diesem Tage, und mithin nicht die der meinigen der Zeit nach zunächst befindliche; aber wegen der stündlichen Veränderungen des Barometerstandes sind wir sicherer, Beobachtungen zu haben, die um 24 Stunden auseinander stehen, also zu einer Tageszeit angestellt wurden, als solche die einander um einige Stunden näher, aber zu verschiedener Tageszeit gemacht sind. Ueberdies hat es der Zufall gefügt, daß die Stärke des Windes, angezeigt durch unsre Windmesser, an beiden Standpunkten fast ganz gleich, nemlich sehr groß war (die Scheibe des Windmessers in Taman ging in einer Minute 120 bis 140 mal, des am kaspischen Meer befindlichen 100 bis 135 mal herum), und daß seine mittlere Richtung in Taman SO und SW, am kaspischen Meere meist nur SO, und das Wetter an beiden Punkten gleich trübe war. Die beiden Beobachtungen sind nach geschehenen Correcturen:

Standpunkt bei Taman: 9,70° R. Therm. im Freien.
336,48‴ : 9,85° R. Bar. Therm.

Am kaspischen Meere: 5,60° R. Therm. im Freien.
340,75‴ : 5,90° R. Bar. Therm.

Zufolge der Berechnung dieser Beobachtungen nach der oben angegebnen Formel liegt der Standpunkt bei

Taman 57,4 Tois., mithin die Oberfläche des schwarzen Meeres 50,8 Tois. über dem Niveau des kaspischen Meeres, ein Resultat, welches mit den beiden frühern so genau harmonirt, als es sich nur von einer sechstägigen gleichzeitigen Beobachtung erwarten ließ.

Wählten wir die am Nachmittag des 19ten Dezembers von Engelhardt in Taman zuletzt angestellte Beobachtung von: 9,45° R. im Freien; 336,32''' = 9,30° R. am Barom., so läge der Standpunkt bei Taman 58,8 Tois. und also das Niveau des schwarzen Meeres 52,2 Tois. über der Oberfläche des kaspischen.

Ziehen wir aus allen am 19ten December von Engelhardt in Taman angestellten Beobachtungen das Mittel von: 9,45° im Freien; 336,32''' = 9,70° am Barom., so erhält man den Standpunkt bei Taman um 59,2 Tois., und also das Niveau des schwarzen Meeres um 52,6 Tois. höher als das des kaspischen.

Die Gleichheit aller übrigen auf den Barometerstand einfließenden Umstände von Seiten der Witterung und der Richtung und Stärke des Windes berechtigt allerdings die Beobachtungen iu Taman vom 19ten Dezember für diejenigen zu halten, welche mit der am kaspischen Meer angestellten Beobachtung das richtigste Resultat für das wechselseitige Niveau beider Punkte geben wird; allein auch die Berücksichtigung aller übrigen von Engelhardt in Taman um dieselbe

Tageszeit XI h. 15' vom 11ten bis 19ten Dezember gemachten Beobachtungen bestätigt das Vorhergegangene gleichfalls. Wir theilen demnach hier von den mehr als 300 Barometerbeobachtungen Engelhardts nur die um XI h. 15' jeden Tages angestellten mit, weil alle übrigen, obgleich sie nicht beträchtlich von diesen abweichen, und mit den bisherigen sehr gut harmoniren, doch dem Einfluß der Tageszeit auf den atmosphärischen Druck ausgesetzt waren.

Standpunkt.	Tag.	Stunde.	Wind.	Wetter.	Freies Therm.	Baromet.	Barom. Therm.
Küste des schwarzen Meeres, 6,6 Tois. über seinem Niveau, bei Taman.	11 Dec.	Um XI h. 15′ Vormittags.	30 SW. sehr stark.	Stark bewölkt.	8,20°	337,49‴	8,20°
	12 =		45 SW. Sturm.	Bewölkt; Nachmittag Regen.	9,10	336,93	9,05
	13 =		50 NW. sehr stark.	Heiter.	3,20	337,09	3,30
	14 =		25 SO. stark.	Wolkenzug, kleiner Regen.	8,00	336,93	7,95
	15 =		50 NO. ziemlich stark.	Schwach bewölkt.	1,60	338,20	1,75
	16 =		O sehr stark.	Stark bewölkt; feucht.	1,70	335,17	1,70
	17 =		50 NO. Hauch.	Bewölkt.	5,45	337,49	6,45
	18 =		10 SO. ziemlich stark.	Schwach bewölkt.	9,90	338,20	9,70
	19 =		S. sehr stark.	Bewölkt; später etwas Regen.	9,70	336,48	9,85

Stellen wir jeder dieser Beobachtungen die am 20sten Dezember am Ufer des kaspischen Meeres auch um XI h. 15′ angestellte Beobachtung von 5,60° im Freien, 340,75‴ = 5,90° am Barom. zur Seite, so erhalten wir durch die Berechnung dieser verschiedenen Beobachtungen, und nach Abzug von 6,6 Tois. der Erhebung des Standpunkts bei Taman über dem Meere, das Niveau des schwarzen Meeres höher als das des kaspischen, um 36,3; 44,2; 36,1; 43,1; 20,7; 58,2; 34,3; 29; und 50,8 Toisen, wovon das Mittel 39,2 Toisen beträgt.

Obgleich sich nun unter diesen Zahlen bedeutende Unterschiede finden, so ist ihr Resultat dennoch eine sehr sprechende Bestätigung der frühern Resultate, indem keine Beobachtung ein gleiches oder gar ein umgekehrtes Niveau beider Meere, sondern alle das schwarze Meer höher als das kaspische angeben, und selbst die Berechnung der ungünstigsten Beobachtung, vom 15ten Dezember, wo Richtung und Stärke des Windes, so wie der Zustand des Himmels in Bezug auf seine Dünste, die größten Abweichungen von der am kaspischen Meere angestellten Beobachtung liefern, doch noch einen Höhenunterschied beider Meere von 20,7 Tois. giebt.

Endlich, um die Sache von allen Seiten untersucht zu haben, ziehen wir noch aus allen Beobachtungen, welche Engelhardt vom 11ten bis 19ten Dezember, von VIII h. Vormittags bis V h. Nachmittags von Viertelstunde zu Viertelstunde angestellt hat, und deren

Anzahl 312 beträgt, das Mittel von 9,45° im Freien; 336,32''' = 9,70° am Barom., berechnen es mit der am kaspischen Meere angestellten Beobachtung, und finden demnach den Standpunkt bei Taman um 62,3 Tois., und das Niveau des schwarzen Meeres um 55,7 Toisen höher als das Niveau des kaspischen.

So glauben wir denn alles benutzt zu haben, was unsre Beobachtungen zur unpartheiischen Beurtheilung des wechselseitigen Niveau beider Meere liefern, und somit, die Behauptung daß das Niveau des schwarzen Meeres wenigstens 50 Toisen über dem des kaspischen befindlich ist, zu einem erwiesenen Erfahrungssatz erhoben zu haben. Wir gehen nun zur Betrachtung der einzelnen Stationen beider Nivellements über, um durch diese Analyse unsrer Arbeit zu einigen vielleicht lehrreichen Schlußfolgen für das Höhenmessen mittelst des Barometers besonders in Ebenen, zu gelangen. Die Data hiezu finden wir in den abweichenden Höhenbestimmungen einzelner Stationen durch die beiden Nivellements; — Abweichungen, welche wir aus den verschiednen Zuständen der Atmosphäre, unter welchen beide Messungen vorgenommen wurden, herleiten können. Wird sichs zeigen daß diese Fehler durch hinreichend kleine Stationen ganz unbeträchtlich gemacht werden können, so haben wir uns auch schon früher gegen den Vorwurf einer noch zu großen Distanz unsrer Standpunkte gerechtfertigt.

Werfen wir nun zunächst einen Blick auf die Um-

stände, unter welchen beide Messungen vorgenommen wurden, so finden wir im Allgemeinen Folgendes zu bemerken:

Das erste Nivellement wurde angestellt zwischen dem 13ten Julius und dem 9ten October, mit Ausnahme der Zwischenzeit vom 17ten August bis zum 3ten October, die wir im Gebirge zubrachten. Das Wetter war bis zur 40sten Station fast immer klar; von hier an bis zu Ende aber größtentheils trübe. Nebel, Regen und Gewitter waren selten. Der Wind, obgleich im Ganzen stärker als bei der zweiten Messung, zeigte doch weniger plötzlichen Wechsel, sowohl in Hinsicht der Stärke, da er bis zur 45sten Station selten sehr stark war, und von hier an bis zu Ende fast nur Windstille herrschte, als auch in Hinsicht seiner Richtung, da diese fast ausschließlich die östliche war. Auch die Temperaturen der Luft zeigen die nemliche Gleichmäßigkeit. Obgleich die Gränzen ihrer Erhöhung und Erniedrigung (während der Beobachtungszeiten) sich von 0,9 bis 24,1° R. erstreckten, so finden sich doch zwischen diesen Extremen keine bedeutenden Sprünge. Die Temperatur nahm im Ganzen vom Anfang des Nivellement bis Mosdok sehr gleichmäßig ab; von hier an zeigt sie sich, wegen der im Gebirge zugebrachten Zeit, nach der Rückkunft um einige Grade geringer, nimmt aber auch wieder von hier an bis zum Meere ziemlich gleichmäßig ab. Das Mittel aller von uns auf dem ersten Nivellement im Freien beobachteten Temperaturen, ist 16,3° R. Endlich finden

wir auch in dem Wechsel des Barometerstandes keine so großen Sprünge als auf dem zweiten Nivellement; und wo sie statt fanden, wie auf der 6ten, 24sten, 43sten und 50sten Station, zeigten sie sich gleichzeitig an jedem Barometer der beiden Standpunkte, so daß dies auf die Höhenbestimmung beider keinen Einfluß hatte.

Anders war es mit dem zweiten Nivellement beschaffen. Dieses ward zwischen den 10ten October und 14ten November angestellt, mit Ausnahme der ersten Station, welche allein 10 Tage später gemessen wurde. Diese späte Jahreszeit mußte auch von größern und plötzlichern Wechseln der Witterung begleitet seyn; unsre Beobachtungen bestätigen dies in Folgendem. Der Himmel war vom kaspischen Meere bis zur 40sten Station größtentheils hell; von hier an bis zu Ende aber beständig trübe; die Sonne zeigte sich nur selten; Nebel und Wolkenzüge waren häufig; Regenschauer überraschten uns öfter während der Beobachtungen, und auf der 35sten und 36sten Station war Schnee, in der Zeit da wir uns dort aufhielten, plötzlich bis 2 Fuß hoch gefallen, und verlor sich in 2 Tagen wieder ganz. Der Wind war vom kaspischen Meer bis zur 44sten Station meist sehr schwach, und wechselnd aus fast allen Weltgegenden; von hier an bis zur 25sten Station war er gleichfalls schwach, meist östlich, seltner westlich und südlich; bis zur 20sten Station wechselt er von O. nach W., und weht ziemlich stark; von hier an bis Taman ist er wieder meist

sehr

sehr klein, und oft herrschte Windstille. Die Temperatur der Luft war theils im Ganzen sehr gering (das Mittel aus allen Beobachtungen beträgt 2,1° R.) theils war sie großen und plötzlichen Veränderungen unterworfen; kaum bemerkt man im Ganzen eine Abnahme der Temperatur mit dem Vorrücken der Zeit; die wärmsten und kältesten Stationen sind ungleichmäßig zu Anfang wie zu Ende und in der Mitte des Nivellements zerstreut, und die Wechsel, wie gesagt, sehr groß, sowohl zu verschiednen Stunden eines Tages, als auch zu einer Stunde zweier Tage; jene gehen bis 15° R. innerhalb 9 Stunden, wie z. B. am 13ten October; diese gehen bis über 10° R. wie z. B. um VIII Morgens am 26sten und 27sten October. Von noch größerer Bedeutung sind die abweichenden Temperaturen in den gleichzeitigen Beobachtungen zweier dem Niveau nach nicht sehr verschiedener Standpunkte, ein Umstand, der, unerachtet der thermometrischen Correctur in der Formel, dennoch, wie es unten gezeigt werden wird, bedeutende Irrthümer in der Berechnung der Höhe veranlassen kann. Diese Abweichungen finden sich auf dem zweiten Nivellement in nicht geringer Zahl und Größe. So beträgt der Temperaturunterschied auf den Stationen 33 und 34, deren Höhenunterschied nur 54 Tois. ist, welchen ein Temperaturunterschied von 0,5° R. korrespondirt, 4,4° R. — Ja sogar ist ein Temperaturunterschied von 4,3° R. in den Beobachtungen auf den Standpunkten 1 und 2, dem Höhenunterschiede beider, umgekehrt proportionirt.

Dieser Ueberblick zeigt schon deutlich wie sehr sich die Umstände in der Beschaffenheit der Luft zum Vortheil des ersten, und zum Nachtheil des zweiten Nivellement vertheilt hatten, wie sehr wir daher berechtigt sind, die zwischen beiden vorkommenden Unterschiede nur dem letztern zuzuschreiben, und das erstre, als das durchaus richtigere zur Norm zu machen, an welcher wir die Genauigkeit des zweiten zu prüfen, und seine Fehler in den ungünstigen Zuständen der Atmosphäre nachzuweisen im Stande sind. Wir wenden uns zunächst zur Temperatur der Luft, deren wichtiger Einfluß auf die Bestimmung der Höhe schon aus der Ansicht der Formel hervorgeht, und durch die nähere Betrachtung einiger unsrer Messungen sich noch von einer andern Seite als wesentlich zeigen wird, indem die thermometrische Correctur in der Formel nicht allen Variationen Genüge leistet, und leisten kann, welchen das Barometer von Seiten der Lufttemperatur ausgesetzt ist.

Bei Construction der Formel für das Höhenmessen mittelst des Barometers, setzt man voraus, daß die Differenz der Logarithmen der Barometerstände der Höhe der zwischen beiden Barometern befindlichen Luftsäule proportional ist, und bedarf nur der mittlern Temperatur dieser Luftsäule, um ihre Elasticität auf diejenige Temperatur zurückzuführen, auf welche die Constante in der Formel zum Theil auch gegründet ist. Man hat sich bei dieser Methode gar nicht um die Temperatur der über dem höhern Barometer be-

findlichen Luftsäule zu bekümmern, da jede Aenderung ihres Druckes von Seiten der Temperatur auch auf das tiefere Barometer gleich stark wirkt, und mithin bei der Subtraction der Logarithmen wieder verschwindet. Dieser Ansicht liegt aber die Annahme zum Grunde, daß beide Barometer sich in senkrechter Richtung über einander befinden. Dies findet nun in der Regel nicht statt, sondern die Barometer haben, mit seltnen Ausnahmen, bald eine größere, bald eine geringere horizontale Distanz von einander, und in diesem Falle ists nicht gleichgültig welchen Veränderungen ihres Druckes die über dem obern Barometer befindliche Luftsäule ausgesetzt ist. Es ist erwiesen, daß einzelne Massen unsrer Atmosphäre bedeutende Temperaturänderungen bis auf gewisse, ziemlich scharf abgeschnittene Gränzen erleiden können, wie es auch unsre Beobachtungen zeigen, wo z. B. an zwei Standpunkten, bei einer horizontalen Distanz von etwa 20 Werst, und einem Höhenunterschiede von nicht mehr als 10,9 Tois., zu derselben Minute ein Temperaturunterschied von 4,3° R. herrschte. Nehmen wtr nun eine solche Temperaturerhöhung, und mithin eine entsprechende Gewichtsverminderung bloß der über dem obern Barometer befindlichen Luft an, so ists klar daß diese Gewichtsverminderung auf das untere Barometer nicht gleichzeitig wirken kann, wenn dieses eine bedeutende horizontale Distanz von jenem hat. Dadurch wird die Quecksilbersäule des obern Standpunkts zu kurz, mithin die logarithmische Differenz beider Barometerstände

zu groß, ohne daß dies durch die thermometrische Correctur in der Formel aufgehoben wird, da sie sich immer nur nach dem arithmetischen Mittel der an beiden Standpunkten beobachteten Temperaturen richtet, welches Mittel in dem genannten Fall zu groß ist, und mithin den durch die logarithmische Differenz schon zu groß angegebenen Höhenunterschied beider Standpunkte noch größer macht. Bestand die Temperaturänderung der Luft des obern Standpunkts in einer Erkältung, so wird aus denselben Gründen, die berechnete Höhe viel zu klein werden. Traf die Erwärmung nur die um das untere Barometer befindliche Luftmasse, so mußte hier der Quecksilberstand zu tief, mithin die logarithmische Differenz zu klein werden; da aber die mittlere Temperatur in diesem Fall größer wird, so compensirt dies in der thermometrischen Correctur wieder einen Theil jener Verringerung der berechneten Höhe. Das Umgekehrte erfolgt, wenn die Luft um das untere Barometer erkältet wird.

Da nun alle Erwärmung der Luft vom Boden ausgeht, und die Erwärmung des Bodens durch die Einwirkung des Sonnenlichts zu jeder Höhe auf unsrer Erde sich gleich ist, so folgt daraus, daß in jedem Fall die Temperatur der Luft des höhern Standpunkts höher ist, als die Temperatur derjenigen Luft welche sich zu derselben Höhe, aber senkrecht und frei über dem untern Barometer befindet, welche bloß durch das Gesetz der Abnahme der vom Boden ausgehenden Wärme bestimmt wird. Vom Logarithmus des untern

Quecksilberstandes wird daher der Logarithmus eines Quecksilberstandes abgezogen, der einer viel zu warmen, und mithin viel zu leichten Luftsäule correspondirt, und also eine logarithmische Differenz giebt, welche viel größer ist als diejenige welche der senkrecht zwischen beiden Barometern befindlichen Luftsäule zukömmt. Nicht nur also jeder durch eine verschiedne Beschaffenheit des Bodens und einen abweichenden Zustand der Atmosphäre zufällig erzeugte Temperaturwechsel, sondern auch die größte Regelmäßigkeit in allen die Temperatur der die Barometer umgebenden Luftmasse bedingenden Umständen, enthält eine Quelle von Irrthümern in den barometrischen Höhenbestimmungen, welche die Formel zu beseitigen nicht im Stande ist. Wäre es möglich die Größe der jedesmal erwärmten oder erkälteten Luftmasse auch nur beiläufig zu bestimmen, so ginge man am sichersten zu Werke, aus dieser gegebenen Masse und der Veränderung ihrer Temperatur, die Veränderung des den Barometerstand bestimmenden atmosphärischen Druckes unmittelbar an der Quecksilbersäule jedes Barometers zu corrigiren, und dann in der bloßen logarithmischen Differenz, multiplicirt durch den constanten Factor, den reinen Unterschied der Niveaus beider Standpunkte zu erhalten.

Wie viel endlich, kömmt nicht darauf an, zu welcher Höhe von der Erdoberfläche man das Thermometer beobachten soll? Das Thermometer steht bei $2\frac{1}{2}$ Fuß Entfernung von der Erde im Sommer und im Schatten oft um $1\frac{1}{2}°$ R. tiefer als ganz nahe an

der Oberfläche der Erde selbst, und jeder Grad der Reaumürschen Scale in der Temperatur der Luft, verändert die berechnete Höhe gleich um $\frac{1}{210}$.

Wir ziehen aus diesen Betrachtungen die allgemeine Schlußfolge, daß, bei einer ungleichmäßigen Vertheilung der Temperatur an beiden Standpunkten, derjenige, an welchem sie zu hoch ist, ein zu hohes Niveau gegen den andern durch die Berechnung bekömmt; wenn er also der höhere Standpunkt ist, die Station zu hoch, wenn er der tiefere ist, die Station zu niedrig ausfällt. Wir finden diese Behauptung in mehreren Stationen unseres zweiten Nivellement bestätigt. So hat z. B. eine zu hohe Temperatur in der 46sten Station bei Schedrynsk ihre Höhe über der 47sten Station um 4,2 Tois. größer, aber ihre Tiefe unter der 45sten um 3,7 Tois. kleiner als das Hinnivellement giebt, gemacht. Dasselbe gilt von der 38 und 39sten Station, von der 19ten und 20sten, von der 10ten und 11ten, von der 8ten und 9ten, von der 1sten und 2ten des Rücknivellements. Auch auf dem ersten Nivellement zeigen sich einige Fälle der Art, aber minder auffallend, wie z. B. auf der 25sten und 26sten Station. An manchen Stationen kamen sowohl auf dem ersten als zweiten Nivellement Abweichungen in den Temperaturen beider Standpunkte vor, wie z. B. auf der 48sten und 49sten Station, deren Höhenunterschied überhaupt sehr gering ist, aber durch beide Nivellements entgegengesetzt wird, indem die Luft beim Hinnivellement auf leztrer, beim Rücknivellement auf

erstrer, viel zu warm war, und daher nach der einen Messung die 49ste Station um 1,5 Tois. über der 48sten, und nach der andern diese um 2,5 Tois. über jener liegt. Dasselbe gilt auch von der 41sten und 42sten, von der 20sten und 21sten Station.

Eine zweite Hauptursache der häufigsten und größten Wechsel im atmosphärischen Druck, ist das in ihr befindliche Wasser. Zufolge der Theorie meines Vaters über die Ausdünstung und den Niederschlag des Wassers, S. Grundriß der theoretischen Physik u. s. w. v. G. F. Parrot, Th. II. §. 1168, statuiren wir zweierlei Formen unter welchen die Atmosphäre Wasser in sich aufnimmt, als Dunst und als chemischen Bestandtheil. Der Wasserdunst, welcher der Wärme allein sein Dasein dankt, vermehrt die Elasticität der Luft in welcher er sich befindet, bei 27" Bar. und 15° R. um $\frac{1}{54}$, und correspondirt mithin dem Druck einer Luftsäule von 8 Tois. Höhe, von derselben Dichtigkeit und Temperatur. Giebt es locale Temperatur-Erhöhungen und Erniedrigungen in der Luft, so muß es auch locale Verdünstungen und Niederschläge von Wasser in derselben geben, und um so mehr, je mehr diese beiden Prozesse von der Beschaffenheit des Bodens abhängen. Also wird jeder Wechsel der Atmosphäre von dieser Seite auch einen Wechsel in dem Barometerstande des einen oder des andern Standpunkts, und einen Fehler in der berechneten Höhe nach sich ziehen, welchen kein Factor in der Formel ausgleicht. — Noch viel bedeutender muß der Einfluß des chemisch aufge-

lösten Wassers seyn, welches der atmosphärische Sauerstof vermöge seiner großen Affinität zu demselben, aufgenommen hat. Die reichliche Gegenwart dieses Wassers in der Atmosphäre zeigt sich bei den elektrischen Explosionen derselben, welche es oft in so ungeheuren Massen ergießen. Im Zustande seiner Auflösung hat es keinen unmittelbaren Einfluß auf die Elasticität der Luft, wohl aber auf ihr specifisches Gewicht, das es vermindert und vermehrt, je nachdem es durch die chemischen Prozesse in geringrer oder größrer Menge gebunden und entbunden wird, und durch seinen Uebergang aus der chemischen Auflösung in die tropfbar flüssige und dunstförmige Gestalt, den Barometerstand sichtbar und unsichtbar oft sehr mächtig modificirt. —

Diesen Wirkungen des atmosphärischen Wassers schreiben wir die uns eben deshalb so interessante Messung der 23sten und 24sten Station des zweiten Nivellements zu. Sie ward auf dem ersten Nivellement unter den günstigsten Umständen von Seiten des Wetters angestellt, und der Höhenunterschied beider Standpunkte demnach auf 2,05 Tois. bestimmt, um welche die 24ste über der 23sten Station liegt. Auf dem Rücknivellement finden wir diesen Unterschied 20,9 Tois., also 18,9 Tois. größer. Werfen wir einen Blick auf den Gang des Barometers dieser Zeit im Allgemeinen, so läßt sich diese Abweichung aus unsern bisher aufgestellten Ansichten erklären. Am 30sten October Morgens von VII h. 30′ bis VIII h. 30′, machten wir die gleichzeitigen Beobachtungen auf den Stand-

punkten 24 und 25. Das Barometer hatte bis hieher im Allgemeinen einen niedrigern Stand beobachtet als auf dem Hinnivellement. Die ganze vorhergegangene Nacht hatte es auf der Station 24 sehr stark geregnet, und selbst noch während der Beobachtung einige kleine Regenschauer gegeben; auf der Station 25 war der Regen in der Nacht minder stark, und hörte am Morgen schon ganz auf. Dem unerachtet harmonirt das Resultat dieser Messung mit dem des ersten Nivellement vollkommen, denn das Wetter, obgleich im Ganzen schlecht, hatte sich doch gleichmäßig auf beide Standpunkte verbreitet, und an beiden eine gleiche Veränderung des Barometerstandes bewirkt. Am Mittag desselben Tages befanden wir uns beide auf den Stationen 23 und 24, und machten zur Bestimmung ihres Niveau die gleichzeitigen Beobachtungen von XII h. bis II h. Ich fand am Standpunkt 24 den Quecksilberstand um 0,8''' höher, als ihn Engelhardt vier Stunden früher dort gehabt hatte; aber Engelhardt hatte auf dem Standpunkt 23 eine solche Erhöhung des Quecksilberstandes, daß dadurch ein Fehler der Höhenbestimmung von 18,9 Toif. entspringen mußte. Als wir nun des folgenden Tages um VIII h. Morgens die gleichzeitigen Beobachtungen auf den Stationen 22 und 23 anstellten, fand ich den Barometerstand auf leztrer nur 0,04''' anders als ihn ebendaselbst Engelhardt den Tag zuvor gehabt hatte, und von nun an behielt der Barometerstand bis zum Schluß des zweiten Nivellements seine außerordentliche

Höhe bei. Was ist also natürlicher anzunehmen, als: daß die auf dem Rücknivellement statt gehabte Anhäufung von Dünsten in der Atmosphäre über der 23sten Station ihren höchsten Grad erreicht hatte, und in der Nacht die Entladung durch einen heftigen Regenguß bewirkte, der sich bis zur 25sten Station erstreckte? Gleich nach diesem Regen, Morgens um VIII h. stellten wir die Beobachtungen auf den Standpunkten 24 und 25 an, fanden also hier sehr natürlich die Erhöhung des Barometerstandes um 3''', wie es die Vergleichung mit den Beobachtungen des vorhergehenden Nachmittags zeigen; aber der atmosphärische Druck hatte sich an beiden Standpunkten verändert, und daher stimmt die Messung mit der des Hinnivellement so genau überein. Vier Stunden später befand sich Engelhardt auf der 23sten, ich mich auf der 24sten Station, und wir bemerkten auch hier wieder einen auffallend hohen Barometerstand, aber Engelhardt viel mehr als ich, weil er sich an demjenigen Standpunkt befand, wo wahrscheinlich die stärkste Entladung, und also die größte Erhöhung des Barometerstandes statt gefunden hatte, die von nun an bis zu Ende des Rücknivellement bleibend war, weil nach der bedeutenden, über mehrere Stationen verbreiteten Wasserentladung, der benachbarten Atmosphäre ein großer Theil ihres Wassers entzogen werden mußte, das nicht mehr als wahrer Dunst, sondern als Niederschlag in ihr schwebte, und sich durch den sehr trüben Himmel als solchen zu erkennen gegeben hatte.

Auf ähnliche Weise lassen sich die Fehler der Stationen 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6 des Rücknivellement aus den Veränderungen der Witterung herleiten. Auf dem Hinnivellement war hier das Wetter durchaus günstig, nämlich heiter und beständig gewesen; auf dem Rücknivellement hatten wir bis zur Messung der 6ten und 7ten Station, wenn gleich sehr trübe, doch gleichmäßige Witterung gehabt, und daher die genaue Uebereinstimmung der vorhergehenden Stationen. Aber von hier an wechselte der trübe Himmel schon mit einigen Sonnenblicken ab; bei der Messung der 3ten und 4ten Station hatte ich auf letztrer noch ziemlich bezogenen, Engelhardt auf ersterm schon hellen Himmel, und vom folgenden Tage an, da wir auf der 2ten und 3ten Station beobachteten, hatten wir ganz heiteres Wetter. Diese Entziehung von Dünsten aus der Atmosphäre können wir keinem Regen zuschreiben, da wir keinen gehabt haben, sondern müssen sie von einer bedeutenden Temperaturerhöhung herleiten, welche unsre Thermometer schon zum Theil auf der 3ten und 4ten, noch viel mehr aber auf der 2ten und 3ten, anzeigten, und welche eine Verwandlung dieses als bloßen Niederschlag in der Atmosphäre schwebenden Wassers in wahren Wasserdunst, bewirkte, und durch welchen dann der Druck der Atmosphäre merklich erhöht werden mußte, und so konnte die Temperaturerhöhung in Taman mittelbar eine Elasticitätserhöhung der Atmosphäre in abnehmender Progression bis zur 6ten Station erzeugen, ohne daß hier eine Temperatur-

höhung statt gefunden hätte. Daher hatte das Barometer welches sich während der gleichzeitigen Messungen näher an Taman befand, in dem ganzen Strich, von der 3ten bis 6ten Station, einen relativ zu hohen Quecksilberstand, und giebt daher die Höhen dieser 3 Stationen in der Rechnung zu klein an.

Wenn es uns durch diese Betrachtungen auch nicht gelungen ist, die Ursachen der zwischen beiden Nivellements statt habenden Unterschiede in den Höhenbestimmungen der einzelnen Stationen einer Berechnung zu unterwerfen, so haben wir sie doch in den angestellten Witterungsbeobachtungen bestimmt nachgewiesen, und somit in den Resultaten des zweiten Nivellements, unerachtet ihrer Fehler, sowohl kräftige Bestätigungen der Resultate des ersten Nivellements, als auch die Prämissen zu folgenden Schlüssen für barometrische Nivellements in der Ebene, gefunden:

1) Die gleichzeitigen Beobachtungen sind ein nothwendiges Erforderniß zur Erreichung von Genauigkeit in den Resultaten. Sie sind es schon für die Bergmessungen, noch vielmehr aber für Messungen in der Ebene, und für die Bestimmung der wechselseitigen Niveaus zweier sehr weit von einander entfernter Punkte. Dies lehrt die Theorie und die Erfahrung.

2) Entweder muß die Entfernung der beiden gleichzeitig beobachteten Barometer sehr klein seyn, d. h. nicht über 10 Werst gehen, oder die gleichzeitigen Beobachtungen müssen so lange fortgesetzt werden, bis man sicher ist, einige mal durchaus gleiche Witte-

rung an beiden Standpunkten, und mithin die der relativen Höhe derselben wirklich zukommenden Quecksilberstände gehabt, auch in den unter ungünstiger Witterung angestellten Beobachtungen keine wahren Widersprüche gefunden zu haben. Die Temperatur der Luft, so wie die Menge und der Zustand ihres Wassergehalts, sind hier die Hauptsachen. Unsere Beobachtungen zeigen wie diese beiden Ursachen zur Veränderung des Druckes der Luft, oft in eng und scharf abgeschnittenen Gränzen wirken können, daß mithin bei großen Stationen sich das eine Barometer leicht innerhalb, das andere außerhalb ihres Wirkungskreises befinden kann, und dadurch ein Fehler in der Höhenbestimmung entstehen muß. Eine Entfernung der Standpunkte von 10 Werst dürfte daher, für eine einmalige Messung, welche vor groben Fehlern sicher seyn soll, die höchste seyn.

3) Unter der Voraussetzung kleiner Stationen oder oft wiederholter Beobachtungen, ist die Wahl der Tageszeit gleichgültig. Zwar gehen an der Oberfläche der Erde und in der Luft in der Regel Morgens und Abends viel größere Veränderungen vor als am Mittage. Allein diese Veränderungen sind allgemein verbreitet, und im regelmäßigen Gang der Naturerscheinungen begründet, mithin werden sich auch die daraus entspringenden barometrischen Veränderungen an beiden Standpunkten gleich seyn, und sich in der Subtraction der logarithmischen Differenzen der Barometerstände wieder aufheben. Nimmt man nur bei einer

großen Entfernung der Standpunkte für die Zeit der Beobachtung auf den Unterschied in der geographischen Länge beider Orte Rücksicht, so ist auch selbst hier nicht einzusehen, warum die Messung am Morgen und Abend nicht dieselbe Genauigkeit liefern soll als die zu Mittag angestellte.

4) Eine Jahreszeit kann den barometrischen Höhenmessungen nur in so fern ungünstig seyn, als in ihr plötzliche und starke Witterungsveränderungen vorfallen. Zwar kann dieser Nachtheil durch eine Verkürzung der Entfernung der Standpunkte eingeschränkt, aber doch die Möglichkeit kleiner Fehler nicht ganz aufgehoben werden, und mithin behält der Sommer und Winter für Barometermessungen immer einigen Vorzug vor dem Frühling und Herbst.

5) Daß bei einem genauen Nivellement die Standpunkte nur im Freien, nie im Zimmer eines Hauses und ähnlichen eingeschlossenen Räumen gewählt werden dürfen, ist eine unmittelbare Folge aus den frühern Betrachtungen.

6) Die Instrumente müssen von vorzüglicher Güte seyn. Die wichtigsten, und über deren Einrichtung man noch am wenigsten einig ist, sind die Barometer. Wir wiederholen es, daß nach unsrer Ueberzeugung die Schieggschen Barometer in jeder Hinsicht die vorzüglichsten bis dahin erfundenen Reisebarometer sind. Ihr Werth, sowohl in Hinsicht der Genauigkeit als Bequemlichkeit ist schon angegeben. Wir finden sie nur noch zweier Verbesserungen fähig; nämlich der Aus-

wahl einer weitern Barometerröhre, und einer bessern Einfassung. Die engen Röhren haben den Nachtheil daß die Summe der Anziehung vom Quecksilber zum Glase im Verhältniß des Durchmessers der Röhre, aber die derselben entgegenwirkende Masse der sinkenden und steigenden Quecksilbersäule im Verhältniß des Quadrats des Durchmessers der Röhre steht, mithin schon an und für sich der Gang des Barometers bei einer engern Röhre träger seyn muß als bei einer weitern, und dann aber auch alle Ungleichheiten welche in der Anziehung zwischen dem Quecksilber und dem Glase an verschiednen Punkten der Röhre statt haben, im ersten Fall viel größer seyn müssen. Aus gleichem Grunde ist das Verengen der Röhre an ihrem untern Ende, mit welchem sie im Quecksilberbade steckt, zu verwerfen; denn der Zweck dieser Verengerung ist: den Ausfluß des Quecksilbers durch dieselbe, zur sichrern Vermeidung des Eintritts von Luft beim Umkehren, zu erschweren, also geradezu den Gang des Barometers träge zu machen.

Die Einfassung der Schieggschen Barometer umschließt die Röhre bis auf einen sehr kleinen Theil ihrer Oberfläche ganz. Dabei läßt sich nun gar nicht erwarten, daß das Thermometer, dessen Kugel zur Hälfte in derselben Einfassung steckt, genau die Temperatur des Quecksilbers in der Barometerröhre anzeigen werde, von welcher nur $\frac{1}{4}$ ihres Umfanges, und weniger als die Hälfte ihrer Länge, der atmosphärischen Luft ausgesetzt, alles Uebrige aber im Holze ganz

versteckt ist, durch welches sich erst alle Temperaturänderung arbeiten muß, um die Röhre zu erreichen; zumal wenn man erwägt daß das Barometer so oft aus der kalten und feuchten Luft in die warme und trockne, und umgekehrt aus dieser in jene versetzt werden muß, also die Ausdünstung des Holzes um die Röhre herum, die Temperatur der letztern bedeutend modificirt.

Diesen beiden Mängeln wird völlig abgeholfen in den zwei Reisebarometern welche mein Vater im vorigen Jahr für das hiesige physikalische Kabinet von dem Mechanikus desselben, Politour, hat anfertigen lassen. Die Röhre hat 3‴ im Durchmesser; ihr unteres Gefäß ist ganz wie an den Schieggschen Barometern, nur noch mit einer zweiten Oeffnung im Deckel versehen, durch welche man, im Fall der Regulirung, das Quecksilber bequemer kann ausfließen lassen als durch die für den Zutritt der Luft bestimmte Oeffnung. Diese beträchtliche Weite der Röhre hat zur Folge daß auch das untere Gefäß viel größer seyn muß, daß also überhaupt eine viel größere Quecksilbermasse in dem Barometer steckt, welche ungefähr 3½ Pfund beträgt, und also das ganze Instrument viel schwerer macht. Allein dies ist ein Nachtheil welcher aus jenem Vortheil der weitern Röhre und größern Genauigkeit unvermeidlich entspringt. Diese Röhre ist aber in keiner Einfassung verborgen, sondern steht bis zu ihrer Verbindung mit dem untern Gefäß ganz frei vor den Augen des Beobachters. Sie wird nur gestützt durch zwei neben und einen Zoll weit von ihr abstehende, parallellaufende

eiserne

eiserne Stangen, welche unten an das untere Gefäß befestigt, oben aber und in der Mitte durch ein Querstück vereinigt sind, welche Querstücke die Röhre umgeben und tragen. Zwischen der Röhre und den Stangen, nnd an letzteren befestigt, befindet sich auf der einen Seite die Scale mit dem Visir, welches ein am Nonius befestigtes in der Mitte ausgeschnittenes, die Röhre umgebendes Quadrat von Messing ist, zwischen dessen zwei gegenüberstehenden Seiten man den höchsten Punkt der Wölbung des Quecksilbers sehr genau fassen kann, besonders wenn sich hinten eine schwarze Fläche befindet, gegen welche man sieht. Auf der andern Seite zwischen der Röhre und der eisernen Stange befindet sich ein Thermometer.

Dadurch daß die Röhre ganz frei steht, und also der Einwirkung der atmosphärischen Temperatur in ihrer ganzen Länge und in ihrem ganzen Umfange ausgesetzt ist, wird das Thermometer, welches sonst zur Bestimmung der Temperatur des Quecksilbers nöthig war, ganz entbehrlich; das Quecksilber im Barometer nimmt nun die Temperatur der Luft so leicht an als es ihrer Masse nach nur immer geschehen kann, und folglich wird mit der Temperatur der Luft auch die des Quecksilbers beobachtet seyn. Man bedarf also nur eines einzigen Thermometers, welches bei diesen Barometern an eine der eisernen Stangen geschraubt, und nicht besonders in einer Kapsel zu tragen nöthig ist.

Das Barometer wird zur Beobachtung an das Stativ gehängt, und zum Transport, nach Schließung

der elfenbeinernen Schraube, und Umkehrung des Ganzen, in eine hölzerne Kapsel gelegt, deren Inneres nach den einzelnen Hervorragungen des Barometers genau ausgearbeitet, auch mit mehreren Stützen für die Barometerröhre selbst, versehen ist, und mit einem Deckel geschlossen wird. Die Versuche welche mein Vater mit dem hiesigen Hrn. Professor Struve und mir, bei der Messung unseres Doms und des auf demselben befindlichen Bibliothekgebäudes mit diesen Barometern anstellte, zeigten daß die Genauigkeit bis zu welcher sie sich beobachten lassen, bis $\frac{1}{30}$''' par. ganz leicht und sicher geht.

7) Ob nun zwar die Güte der Barometer die Hauptsache ist, so kann man doch nicht läugnen daß zu einer genauen Beobachtung derselben auch ein sehr geübtes Auge gehört; besonders ists für correspondirende Beobachtungen nothwendig daß beide Beobachter eine Zeit lang vorher miteinander beobachtet haben, weil es in der Stellung des Visirs, in der Richtung des Auges, auch in der Schätzung der Decimaltheile von Linien an der Scale auf die Gleichartigkeit des Verfahrens gar sehr ankömmt. Zur Erreichung dieses Zweckes kennen wir kein besseres Mittel als, daß nach Aufstellung der Barometer nebeneinander, jeder der beiden Beobachter den Stand des einen bemerkt und aufschreibt, das Visir vorschiebt, dann an das andere Barometer geht und dort dasselbe thut, wobei man dann aus der Vergleichung der aufgeschriebnen Beobachtungen ihre Uebereinstimmung beurtheilen kann.

II.

Parrot's Beobachtungen über die Vegetation im Kaukasus.

Uebersicht.

Vegetationsstufen in einem Theil des Kaukasus. — Cerastium Kasbek. — Sein Standort. — Eigenthümliche Abnormitäten seines Baues. — Funktion der Blüthentheile, der Blätter, der Stengel, der Oberhaut; Wirkung der Temperatur und des Klima in Bezug auf jene Abnormitäten. — Region der Kryptogamen. — Höchste Phanerogamen in dem bewachsenen Theil der Gegend. — Grasregion. — Aufzählung der übrigen Pflanzen nach der Höhe ihres Standorts. — Scabiosa caucasica. — Höchste Sträucher. — Heiliger Birkenhain von Abaná. — Höchster Getraidebau. — Häufiges Vorkommen aromatischer Kräuter. — Vegetation der Steppe. — Schlußfolgen für die Pflanzenchemie. — Bestimmung des Begriffs von Pflanzenregionen.

Sowohl Zeit als auch Sicherheit und Freiheit in den Exkursionen sind dem Botaniker nothwendig, wenn er seinen Untersuchungen Vollständigkeit und Wichtigkeit geben soll. Die vorläufige Bekanntschaft mit der Beschaffenheit dieses Landes in dieser Hinsicht zeigt wie sehr ich verhindert wurde alles aufzufinden was dieses Gebirge in botanischer Hinsicht so reichlich darbietet. Allein nichts desto weniger befinde ich mich im Stande eine bildliche, treue, Darstellung von den Vegetationsstufen der von uns besuchten Gegenden zu liefern. Dieses botanische Gebirgsprofil, in so fern es nur dasjenige darstellt was ich aus meinen gesammten

Beobachtungen als zuverlässige Data für die Pflanzengeographie von den Schneeklüften des Kasbek bis in die ebne Steppe hinein, ausgewählt habe, kann eben deshalb kein stufenweises Verzeichniß aller auf diesem Strich vorkommenden, oder auch nur aller von mir dort gefundenen Pflanzen enthalten; aber dessen bedarf es auch nicht um den Charakter dieses Gebirges in Rücksicht auf die Vegetation anschaulich zu machen; es ist hinlänglich an Haupt-Pflanzengattungen den Einfluß der höhern Regionen nachzuweisen; und dazu stehen dem Botaniker zwei Wege zu Gebot. Einmal hat er das allmählige Verschwinden der Pflanzengattungen mit zunehmender Höhe zu untersuchen; zweitens hat er die Veränderungen zu beobachten, welche das Klima höherer Regionen in einer und derselben Pflanzengattung in Betreff ihres ganzen Wuchses und des Wuchses einzelner Theile derselben hervorbringt. —

Letzterer Umstand, welcher bei den bisherigen Untersuchungen über die Pflanzengeographie wohl zu wenig beachtet ist, könnte vielleicht noch zu wichtigeren eigentlich erklärenden Resultaten führen als der erstgenannte, weil man in diesem Fall nicht auf die den Naturforschern ihrem Wesen nach noch ganz unbekannte Verschiedenheit zweier heterogenen Vegetabilien zu sehen hat; sondern nur auf die Veränderungen welche ein und dasselbe Vegetabil beim Wechsel der äußeren Einflüsse leidet. In meinen botanischen Betrachtungen über die Krym habe ich diesen Umstand

vorzüglich berücksichtigt, indem ich eine Tabelle über die Retardation des Wachsthums mehrerer Pflanzen mit zunehmender Höhe lieferte. Ich habe auch bei der botanischen Untersuchung im Kaukasus Gelegenheit gehabt, für beide Momente, sowohl das Verschwinden der Pflanzengattungen als auch die Veränderungen an einer und derselben Gattung bei zunehmender Höhe, lehrreiche Belege zu sammeln. Ich stelle die Hauptresultate darüber theils in der botanischen Gebirgskarte theils in dem nun folgenden Aufsatz zusammen, werde aber auch außerdem noch viele Pflanzen herzählen, deren Region ich zwar wegen der erstgenannten Hindernisse nicht so bestimmt ausfindig machen konnte, von denen es aber doch immer wichtig ist zu wissen bis zu welcher Höhe sie in diesem Theil des Gebirges fortkommen können; so wie ich auch gelegentlich die neuen, noch nicht beschriebnen, Pflanzenarten anzeigen werde welche ich während unsers kurzen Aufenthalts in dieser Gegend gefunden habe.

Um von dem Einfachern auszugehen wollen wir die Untersuchungen von oben herab, von der ersten uns erschienenen Pflanze, in die immer pflanzenreichern Gegenden herabführen; und da wird denn zunächst eine Stelle merkwürdig, welche sich 1000 Fuß über der Schneegränze *) des Kasbek oder 1813 Tois. über

*) Der in dem ersten Theil dieses Buchs weitläuftig abgehandelte Abschnitt von der Bestimmung der Schneegränze werde hier berücksichtigt.

der Oberfläche des schwarzen Meeres befindet, dessen Niveau überall zum Grunde liegt, wo ich schlechtweg von einer Höhe über der Meeresfläche sprach. An diesem Ort, auf lockerm, verwittertem Porphyrgestein, am Fuße eines wegen seiner Steilheit und des dort häufigen Gerölles von Schnee entblößten Felskamms, der sich, wie die Ansicht des Kasbek zeigt, links bis nah an dessen Spitze hinauferstreckt, wo sich keine urbare Erde befand, wuchsen fünf Exemplare von dem hier neu entdeckten Cerastium Kasbek, welches durch seinen Blüthenstand vom Cerastium alpinum, durch seine Saamenkapsel vom Cerastium frigidum hinlänglich unterschieden ist, welchen beiden es sonst am nächsten kömmt. Von diesen fünf Exemplaren nahm ich nur eins für meine Sammlung und ließ vier zurück. — Die Pflanzen standen in voller Blüthe, und trugen auch schon einige reife Saamenkapseln, deren in geringer Menge vorhandene Saamen aber nicht gekeimt sind. Blüthen und Kapseln waren durchaus vollständig ohne irgend eine Spur von Verkrüppelung, und erstere so groß als die des Cerastium alpinum. Desto mehr aber zeugten Blätter und Stengel von dem Einfluß dieses allen Phanerogamen so fremden Klimas. Die Blätter sind sämmtlich überaus klein; keins derselben hatte eine Oberfläche von mehr als vier Quadratlinien; manche von ihnen haben eine bei den Cerastien gewöhnliche Eigestalt, und sind, wenn gleich in der Mitte dunkler doch im Ganzen grün gefärbt und haarig; andere aber sind wohl dreimal so lang, fast

linienförmig und an der Spitze nur etwas breiter, unbehaart, von Farbe gelb und von Consistenz mehr einer durchsichtigen Membran als einem Blatt ähnlich, immer aber am Grunde in eine Art Blattscheide übergehend welche als eine zarte, durchsichtige, gelbliche Membran locker den obern Theil des Stengels umgiebt. Der Stengel ist nah an der Wurzel vielfach getheilt, sehr schwach, kriechend und mit Ausnahme der kleinen Blüthen- und Blätter-tragenden Aeste nicht grün gefärbt, und überhaupt weniger einem Stengel als einem bloßen Fortsatz der Wurzel ähnlich; die Wurzel dagegen ist wieder zwar fein zertheilt, doch fest und daurend. — Diese Charaktere haben wir in der Taf. III. in Naturgröße gelieferten Abbildung so treu als möglich darzustellen gesucht.

Wie kömmt aber so wunderbarer Weise ein Phanerogam in diese Regionen, in denen bisher nur wenig Kryptogamen als Bewohner gekannt waren, in Regionen wo nicht etwa der noch nicht geschmolzene Schnee des verflossenen, oder der junge Schnee des heranrükkenden Winters die Pflanzenwelt deckte, sondern 1000 Fuß über der hier durch wahren unverkennbaren Urschnee bezeichneten, ohnehin so ungewöhnlich hohen Schneegränze von 1647 Tois. über der Meeresfläche? Sind diese wenigen Exemplare einer einzigen hier vorkommenden Art, etwa Ueberreste einer frühern vielleicht reichern Vegetation dieser Gegend, die durch das unaufhörliche Herabfallen verwitterter Steinmassen von dem bezeichneten Felskamm, oder durch ein allmähliges

Herabrücken der Gränzen des ewigen Schnees, immer verdrängt und nur bis auf diese Abkömmlinge verringert ward, — oder führte ein reißender Sturmwind, der hier oft so heftig ist, daß ein Mensch sich weder stehend noch sitzend, sondern nur liegend, wie ich es selbst erfahren habe, auf dem Schnee erhalten kann, die reifen und leichten Saamenkapseln aus einer mildern Region zu einer Höhe, deren rauhes Klima jede Vegetation von Phanerogamen zu unterdrücken scheint? Und ist etwa meine Pflanze aus solchen zufällig hingeführten Saamenkörnern entsprossen, denen einige starke Sonnenstrahlen, in einer vor Wind und Wetter verwahrten Felskluft nur den Keim und höchstens einige Wurzelblättchen entlockten, wie es mit so vielen Pflanzen geschieht die unter ungünstigen Umständen leben? Nein, — meine Pflanzen wuchsen auf offnem Boden, nur in größrer Entfernung durch einen hohen Felskamm gegen die Nordstürme geschützt, sie trugen vollständige Blüthen und reife Saamenkapseln, deren Saamen höchst wahrscheinlich nur zufällig nicht keimten, wie es so oft mit Sämereien der Fall ist. Wenn wir also hier von einer Pflanze den letzten und für das Dasein der Species wichtigsten Zeitraum ihrer Vegetation, den des Blühens und Saamentragens so vollständig erreicht sehen, sind wir da nicht berechtigt die Gränze ihres natürlichen und regelmäßigen Fortkommens eben bis zu dieser Höhe auszudehnen, sie als einheimische Bewohnerin auch der Region des ewigen Schnees anzusehen, und anzunehmen daß sie nicht

durch die hier herrschende Kälte, nicht durch die geringere Dichtigkeit der atmosphärischen Luft, selbst auf unwirthbarem Boden, sondern nur wegen des undurchdringlichen Schnees wie eines mechanischen Widerstandes, abgehalten wird sich weiter auszubreiten? Und, wenn alle Bedingnisse der Vegetation hier hinreichend waren um ein Cerastium zu dieser Vollkommenheit vegetiren zu lassen, so könnte ein ähnlicher Zufall mit gleicher Wahrscheinlichkeit auch eine Draba, eine Campanula, ein Leontodon oder irgend ein Gras in diese Gegenden führen, und somit die Vegetations-Gränze der Phanerogamen weit über die, als von ihnen bisher für unüberschreitbar gedachte Schneegränze ausdehnen. — Höchst wahrscheinlich, wenn nicht das verwitternde und häufig herabrollende Gestein diese hier gefundnen Vorläufer künftiger Generationen gewaltsam fortreißt, werden diese vier Exemplare sich von Jahr zu Jahr immer mehr ausbreiten und dadurch vielleicht noch andern Pflanzen Schutz zum Fortkommen in dieser Höhe darbieten. —

Aber so auffallend überhaupt das Vorkommen einer phanerogamischen Pflanze auf einer solchen Höhe ist, eben so auffallend ist der Einfluß des Klimas dieser Höhe auf die einzelnen Theile der Pflanze insbesondere. — Wie kömmt es, daß die Blüthe, die Frucht und die Wurzel so vollkommen, ja man kann sagen, üppig ausgebildet sind, während Stengel und Blätter den Charakter der Hinfälligkeit so stark an sich tragen? Ein Blick auf die Funktionen dieser Theile der

Pflanzen, so weit man sie kennen gelernt hat, wird den Schlüssel zur Erklärung dieses auffallenden Phänomens liefern.

Das chemische Geschäft der Blüthen ist: theils die Zersetzung der atmosphärischen Luft und ihrer Kohlensäure, theils das Ausstoßen von Stickgas. Diese Processe bilden aber kein regelmäßiges Ein- und Ausathmen, wie das der Blätter ist, sondern das Ausstoßen von Stickgas ist anhaltend, höchstens in Hinsicht der Stärke etwas wechselnd, und die Bildung und Zersetzung der in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure, wenn die Analogie der Blätter sie auch als wechselnd mit dem Sonnenlicht anzunehmen berechtigt, ist bei den Blüthen so gering daß man diesen Wechsel noch nicht beobachtet hat, und dieser Theil der Funktionen der Blüthen überhaupt als Nebenprozeß erscheint. Die bei dieser Bildung und Zersetzung von Kohlensäure verwandten Quantitäten sind aber so gering, daß eine Luft, deren Dichtigkeit etwa nur die Hälfte der mittlern Dichtigkeit der atmosphärischen Luft am Meeresufer beträgt, wie es im gegenwärtigen Fall statt fand, dennoch eine hinreichende Menge Sauerstoffgas und Kohlensäure den Blüthen liefert. — Was die Aushauchung von Stickgas betrifft, so wird diese durch eine verminderte Dichtigkeit der Atmosphäre eher beschleunigt als zurückgehalten werden, indem man annehmen kann, daß der Stickstoff von der Wurzel durch den Stengel der Pflanze in einer, mehr vom Erdreich als von der Beschaffenheit der Atmosphäre abhängigen

Quantität in die Blüthen geführt wird, und sobald er den gasförmigen Zustand annimmt, desto rascher austritt, je weniger dicht die umgebende Atmosphäre ist. Diesem entsprechen auch die Versuche Saussures, welche zeigen: daß der Zusatz von Stickgas in eine Atmosphäre, in welcher bloß Blüthen vegetiren, diesen letztern fast absolut tödtlich sey. Ein auffallendes Analogon dieses ungehinderten Wachsthums der Blüthen in verdünnter Luft, giebt die Erfahrung daß sich die Blüthen der Rose im leeren Raum der Luftpumpe viel länger als in freier Atmosphäre erhalten. Daß sie nachher einen übeln Geruch als Folge der angefangenen Fäulniß verbreiten, beweißt nur die Zerstörung der im luftleeren Raum auf Kosten ihrer eigenthümlichen Kohlensäure unterhaltnen grünen Pflanzentheile. — Die geringe Dichtigkeit der Atmosphäre enthält also keinen zureichenden Grund die Vegetation der Blüthen zurückzuhalten, und daher erscheinen sie in dem vorliegenden Fall in ihrer völligen Integrität. Ich werde übrigens noch durch mehrere Erfahruugen Gelegenheit haben die aufgestellten Fakta zu erweitern und es zu bestätigen, was ich bei der botanischen Untersuchung der Krym schon wahrnahm, daß mit zunehmender Höhe zwar die Zeit der Blüthe, nicht aber ihre Integrität zurückgesetzt werde. —

In Betreff der Früchte bleibt es unbestimmt, ob ihr Wachsthum durch die dünnere Luft befördert oder zurückgehalten wird. Soll man von den Saamenkapseln auf die Saamen schließen, so findet gewiß

das Erstere statt, denn sie waren, der Aehnlichkeit mit andern Cerastien-Arten nach zu schließen, gleichfalls vollkommen ausgebildet, in Rücksicht der Größe, Form, Farbe, Consistenz u. s. w.

Welchen Einfluß die Dichtigkeit der Luft, das Klima, oder die Beschaffenheit des Bodens auf die Erzeugung eines tüchtigen Saamens haben, kann nicht entschieden werden, da die wenigen unvollkommnen Versuche, welche man über die Vegetation der Früchte besitzt, nicht einmal auf solche sehr feine, trockne Saamenkörner passen, sondern nur mit fleischigen und saftigen Früchten angestellt sind. Die wenigen von mir ausgesäeten Saamen keimten nicht; vielleicht waren sie auch noch nicht einmal zur völligen Reife gekommen, da die Pflanzen zum Theil noch in voller Blüthe standen, also die Saamen, obgleich ihre Kapseln aufgesprungen waren, vielleicht noch nicht lang genug die Einwirkung des Sonnenlichts und der freien Luft erfahren hatten, welche in dieser Höhe eine viel längere Zeit brauchen, um dasselbe zu bewirken, was sie in einer mildern Region thun würden. —

Der Kelch, der in so mancher Hinsicht den Blättern sehr ähnlich ist, sollte als grüner Theil der Pflanze, auch ähnlichen Modificationen durch das ungewohnte Klima unterworfen seyn; aber das ist nicht der Fall. Die Kelchblätter sind nicht im mindesten abweichend von der allgemeinen Beschaffenheit der Kelche in dieser Pflanzengattung, sowohl an Größe (ihre Länge beträgt $\frac{2}{3}$ von der der Blumenblätter) als an Farbe, Gestalt,

Festigkeit u. s. w., und geben sich dadurch am deutlichsten als einen dem Wesen nach zu den Blüthen gehörigen Theil der Pflanze zu erkennen, der mit ihnen ähnlichen Ursprung und Fortkommen hat. —

Wir gehen jetzt zur nähern Betrachtung der Blätter unsers Cerastium über. — Die Blätter überhaupt, welche in gewöhnlicher atmosphärischer Luft leben, vermehren bei Nacht, und vermindern bei Tage das Volumen derselben, und zwar beides in gleichem Maaße, so daß nach Ablauf von Nacht und Tag an der im Versuch angewandten Luft keine Volumensänderung zu bemerken ist. Die Vermehrung des Volumen der Luft durch das Leben der Blätter bei Nacht oder ohne den Einfluß des Tageslichts geschieht durch einen Zusatz von Kohlensäure, welche sich aus den Blättern entwickelt. Die Verminderung bei Tage oder unter Einfluß des Sonnenlichts geschieht dadurch daß die hinzugekommne Kohlensäure wieder von den Blättern aufgenommen und in der Art zersetzt wird, daß ihr Kohlenstoff nebst einer kleinern Quantität Sauerstoff in der Pflanze zurückbleibt, und der übrige Sauerstoff als reines Sauerstoffgas ausgestoßen wird. Dies ist die sogenannte Exspiration und Inspiration der Blätter. — Vergleicht man die bei Nacht erzeugte Menge Kohlensäure mit der bei Tage erzeugten Menge von Sauerstoffgas, so findet man in der Regel daß letztere beinahe die in ersterer enthaltne Menge von Sauerstoff beträgt; so daß, wenn im Finstern 1 Kbzoll Kohlensäure erzeugt ist, am Tage diese Quantität ver=

schwindet, und sich statt dessen beinahe 1 Kbzoll Sauerstoffgas erzeugt hat. Woraus folgt: daß die Blätter nur einen sehr geringen Antheil Sauerstoff zurückbehalten, da nach den neuern Erfahrungen ein gewisses Volumen Kohlensäure ein ganz gleiches Volumen Sauerstoffgas bei seiner Zersetzung giebt. — Erst wenn der Prozeß einige Zeit lang fortgedauert hat, bemerkt man an der Mischung der Luft eine Abnahme ihres Gehalts an Sauerstoff, welcher in der Substanz der Blätter zurückgeblieben ist. Außer diesem Hauptprozeß sind die Blätter auch noch einer fast beständigen Aushauchung von Stickgas unterworfen, aber in einem gegen das Vorige betrachtet, sehr geringen noch nicht genau untersuchten vielleicht auch sehr zufälligen Mengenverhältniß. —

Es ist natürlich, daß es bei der Erzeugung und Zersetzung von Kohlensäure sehr viel darauf ankömmt, ob und wieviel Kohlensäure in der atmosphärischen Luft schon vor Anfang des Versuchs enthalten war. Es ist erwiesen: daß durchgängig jeder Zusatz von Kohlensäure zur atmosphärischen Luft der Vegetation der Blätter bei Nacht schädlich, bei Tage nützlich sey, und gleichfalls: daß ein beständiges Entziehen der Kohlensäure aus der Atmosphäre durch eine dieselbe absorbirende Erde, das Leben der Blätter bei Nacht befördere, bei Tage retardire; — die Gegenwart der Kohlensäure in der Atmosphäre muß also der Vegetation im Allgemeinen beförderlich seyn, aber auch nur in einem gewissen Verhältniß, durch welches sie am Tage

hin-

hinlänglich befördert, bei Nacht aber nicht zu sehr beeinträchtigt werde. Für Landpflanzen, die nicht fett sind, zu welchen das Cerastium auch gehört, ist 0,08 das der Vegetation nützlichste Verhältniß. Befindet sich mehr Kohlensäure in der Atmosphäre, so bleibt ein Theil unzersetzt zurück und ist dem Wachsen der Blätter hinderlich; ist weniger Kohlensäure da, was im Freien, wo sie im Durchschnitt nur 0,006 selten 0,01 ausmacht, in der Regel statt findet, so entziehen die Blätter der atmosphärischen Luft von ihrem Sauerstoff bei Nacht, verwandeln ihn in Kohlensäure und zersetzen dann diese wieder am Sonnenlicht. In Betreff der Wichtigkeit eines gewissen Gehalts an Kohlensäure, kömmt es hier noch sehr in Anschlag daß ihre verhältnißmäßige Menge in der Atmosphäre immer abnimmt, je höhere Luftregionen man untersucht, also noch viel weiter hinter dem zum Wachsthum eines Cerastium günstigsten Verhältniß zurückbleibt und in eben dem Verhältniß die Ernährung der Blätter schmälert.

Aus diesen durch mannigfaltige und genaue Versuche bestätigten Erfahrungen ists also klar, daß das Leben der Blätter nicht nur von der Qualität der Bestandtheile der Luft, in welcher es vor sich geht, abhängt, sondern auch von dem Verhältniß der Quantitäten dieser Bestandtheile. — Und, so wie das Thier in einer dichtern Luft rascher und stärker lebt, so muß auch das Leben der Pflanze durch eine dichtere Atmosphäre erhöht, durch eine minder dichte retardirt wer-

Bayerische Staatsbibliothek München

den; denn die Quantität des vegetativen Lebens hängt von den in gleichen Zeiten zugeführten Quantitäten des Nahrungsstoffes ab. Also muß z. B. eine Pflanze in einer Region, deren Atmosphäre nur halb so dicht ist als die bei dem mittlern barometrischen Druck von 28″, doppelt so viel Zeit brauchen um dieselbe Periode ihres Lebens, z. B. die Zeit des Aufblühens, zu erreichen, als eine in der Höhe des Meeresufers wachsende; und dies bestätigen auch alle bisherigen, so wie meine in der Krym sorgfältig gemachten Erfahrungen. Pflanzen von einem etwas beträchtlichen Höhenunterschiede ihres Standorts halten nie gleiche Schritte im Wachsthum; die höher wachsenden erreichen das Ziel der tiefer wachsenden viel später, und das desto auffallender je größer der Höhenunterschied ist. —

Allein eine solche Verspätung im Wachsthum ist nicht das Einzige was uns an den Blättern unserer Pflanze auffällt; ihre Blätter sind nicht nur sehr klein (die breitesten betragen 2 Linien) sondern bei weitem der größte Theil derselben ist so unförmlich gebaut, daß es schwer fallen würde, nicht nur sie für Blätter eines Cerastium, sondern bei manchen sogar sie überhaupt nur für Blätter zu erkennen, wenn sie nicht Uebergänge von der eigentlichen Blattform in diese langen schmalen kaum blattähnlichen Membranen zeigten. — Sieht man den an den Blättern vorgehenden Prozeß nach der neuen Lehre von der freiwilligen Wandrung chemisch verwandter Stoffe an, so läßt sich auch die eigentliche Verkrüppelung der Blätter

Bayerische Staatsbibliothek München

durch das Leben in einer dünnen Atmosphäre anschaulich machen. Sobald sich nämlich ein kleines Blatt entfaltet hat, und seine Oberfläche der atmosphärischen Luft darbietet, äußert es eine beträchtliche Adhäsion gegen dieselbe, wie sich aus der Erfahrung schließen läßt, daß die Luft an dem Holze mit einer Kraft von etwa 9000 Gran auf einen Quadratzoll hängt. Diese Adhäsion tritt auch hier, wie bei allen chemischen Prozessen in Wechselwirkung mit der Affinität. In der Nacht wo in der Pflanze Kohlensäure componirt und gasförmig ausgestoßen wird, muß die Adhäsion der atmosphärischen Luft zum Blatt überwunden werden, wenn diese Kohlensäure die mit atmosphärischer Luft angefüllen Poren durchdringen soll. Bei Tage aber findet das Umgekehrte statt. Die Blätter nehmen Kohlensäure und in Ermangelung derselben auch bloßes Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in sich auf; diese Wirkung wird durch die Adhäsion der Luft zum Blatt unterstützt und das Blatt saugt diese Theile der atmosphärischen Luft wahrscheinlich vermöge einer, dem Naßwerden fester Körper durch tropfbar flüssige ähnlichen Anziehung in seine Substanz ein, wo dann das Sonnenlicht die Entwickelung des Sauerstoffgas bewirkt. Eine solche Anziehung, die in der Substanz des Blatts mit einer wahren Affinitätsäußerung beginnt, und durch eine sehr beträchtliche Flächenanziehung vermehrt wird, muß nothwendig zur Folge haben, daß sich rings um das Blatt eine dünne Luftschicht, unzertrennlich von demselben, festhängt, die ver-

möge der Adhäsion der Lufttheile untereinander noch weiter ausgedehnt wird. — Starke Luftzüge sind zwar im Stande die äußern, durch bloße Adhäsion der Lufttheile untereinander adhärirenden Luftschichten fortzureißen und andre an ihre Stelle zu führen, nicht aber die erste in die Masse des Blatts selbst eindringende Schicht. — Diese Luftschicht, sobald sie der Einwirkung des Vegetabils nur eine kurze Zeit ausgesetzt war, wird bald ihrer zur Vegetation der Blätter erforderlichen Bestandtheile beraubt seyn und dann als Leiter der wandernden Stoffe dienen, indem sie den ihr entzognen Stoff aus der nahe liegenden Atmosphäre anzieht und der Blattoberfläche nach dem Gesetz der chemischen Wandrung der Stoffe zuführt, und umgekehrt: Stoffe, mit denen sie aus der Blattsubstanz übersättigt wird, der atmosphärischen Luft abgiebt und somit bei allem Wechsel der umgebenden Luft, als ein beständiges Mittel zwischen dem Blatt und der atmosphärischen Luft dient, durch welches die Wandrung der Stoffe aus einem Theil in den andern wechselseitig geschieht, in diesem Fall: der Kohlensäure aus der Atmosphäre ins Blatt und des Stickstoffs aus dem Blatt in die Atmosphäre. — Hieraus folgt also, daß die Vegetation bei weitem nicht mit der Kraft vor sich gehe, als es geschehen würde, wenn die agirenden Stoffe in ihrem ganzen quantitativen Verhältniß gleichzeitig in den Prozeß gelangten, und nicht, wenn auch nur durch eine sehr kleine Entfernung dem Gesetz der chemischen Stoffenwandrung folgen müßten,

welches mit der größten Geschwindigkeit die größte Langsamkeit in sich vereinigt. —

Diese, die Vegetation retardirende Wirkung der Adhäsion, findet zwar nicht in hohen Regionen allein, sondern überhaupt beim Leben der Blätter statt; aber sie nimmt auch nicht mit zunehmender Höhe der Luftregion ab. Die Adhäsion zwischen Blatt und Luft ist an der Grenze des ewigen Schnees nicht geringer als am Meeresufer, denn sie ist nicht Funktion von der Dichtigkeit der adhärirenden Körper; also wirkt dies Hinderniß einer kraftvollen Vegetation in größern Höhen verhältnißmäßig viel stärker als in geringern, und so wird es denn begreiflich wie die so geringe Intensität der in den Prozeß gelangenden Stoffe eine so unvollkommne Unterhaltung desselben, eine wahre Atrophie der Blätter aus Mangel an Lebensstoffen erzeugen kann und muß. —

Dies sind Gründe genug, den welken hinfälligen Bau der Blätter, ihr mattes ungleich vertheiltes, gleichsam noch nicht rein ausgebildetes Grün, erklärlich zu finden.

Wenn man die specielle Funktion der Blattränder genauer kennen, und vielleicht erfahren haben würde, daß sie der vorzüglichste Zuführungskanal von Nahrungsstoffen für die Blätter sind, so ließe sich auch aus dem Angeführten das Bestreben dieser verkrüppelten Blätter erklären: bei der geringsten Masse und Oberfläche den größten Umfang zu gewinnen, welches sich in der ganz ungewöhnlich zunehmenden

Länge und abnehmenden Breite der meisten derselben äußert.

Die Versuche über die Vegetation der ihrer Blätter beraubten Stengel haben ganz andre Resultate geliefert, als man an den Blättern gefunden hat. — Zwar hat jeder Stengel seine Rinde, welche in dem Bau den Blättern sehr ähnlich ist, und aller Wahrscheinlichkeit nach, auch gleiche Funktion mit denselben hat; aber ihre Oberfläche ist zu gering, als daß man bisher die Folgen ihrer Einwirkung auf die atmosphärische Luft hätte wahrnehmen können, besonders da der in dem Stengel selbst vorgehende Prozeß nicht nur der Art nach von dem der Blätter verschieden ist, sondern auch den Lebensprozeß der Rinde der Quantität der Stoffe nach bei weitem übertrifft. — Wenn ein entblätterter und abgeschnittner Stengel nur mit so viel Wasser versehen als zu seiner Erhaltung auf kurze Zeit nöthig ist, in atmosphärischer Luft lebt, so verzehrt er, sowohl im Schatten als am Sonnenlicht, nur in letzterm etwas mehr, den atmosphärischen Sauerstoff und stößt statt dessen Kohlensäure aus. Hat der Prozeß eine längere Zeit gedauert, oder ist er mit einer großen Anzahl von Stengeln in einer geringen Quantität Luft angestellt, so findet sich statt der atmosphärischen Luft: Stickgas und Kohlensäure, ohne daß sich das Volumen im mindesten geändert hat. Da nun das Volumen des in der Kohlensäure enthaltnen Sauerstoffgas gerade so viel beträgt als das Volumen derselben Portion Kohlensäure, so ists

klar daß die Stengel Sauerstoffgas der Atmosphäre entziehen und die ganze Quantität nach Verbindung derselben mit ihrem eigenthümlichen überschüssigen Kohlenstoff als Kohlensäure ausstoßen. — Diese Erfahrung ist rein und darf nicht mit einer scheinbaren Exspiration und Inspiration der Stengel verwechselt werden, welche man bemerkt, wenn der Stengel von seinem Stamm nicht abgeschnitten, und nur mit seinem Ende in eine verschlossene Atmosphäre gesteckt ist, wobei die in dem Stengel componirte Kohlensäure durch denselben zu den im Freien stehenden Blättern der Pflanze geführt wird, welche bei Tage jede Kohlensäure begierig aufnehmen und zersetzen, und also hierdurch eine Verminderung im Volumen der Luft in welcher der Stengel lebt bewirken; bei Nacht aber sind die Blätter selbst mit Kohlensäure überfüllt und hauchen sie unzersetzt aus, nehmen also keine vom Stengel her auf, sondern dieser stößt sie in seiner eignen Atmosphäre aus, was dann wieder eine Vermehrung des Volumen dieser Luft erzeugt, und daher diese, aber nur scheinbar unmittelbar durch die Stengel erzeugte Inspiration und Exspiration. —

Wir sehen also auch bei der Vegetation der Stengel, wie bei der der Blätter, nur unter veränderten Umständen den atmosphärischen Sauerstoff als nothwendiges Requisit derselben; wir sehen daß seine Absorption durch die Stengel, wenn auch nicht unmittelbar zu ihrer Ernährung, doch zur Entfernung des in ihnen angehäuften Kohlenstoffs nothwendig ist. — Dieser

Kohlenstoff wird der Pflanze durch die Wurzeln aus dem Boden zugeführt, und seine Quantität hängt also wenig oder gar nicht von der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft ab. Wächst aber die Pflanze in einer Atmosphäre, welche beträchtlich verdünnt ist, und also gleichzeitig auch eine viel geringere Menge Sauerstoff der Vegetation darbieten kann, so muß auch die Entfernung des Kohlenstoffs aus den Stengeln, mithin ihr hauptsächlicher Lebensprozeß nur unvollkommen von statten gehen; — daher die dünnen, schlaffen, niederliegenden, hin und her gekrümmten Stengel unsers Cerastium, welche nur nach den Enden hin wo sie mit Blättern versehen sind, das eigentliche Ansehen von Stengeln haben, dahingegen der untere Theil derselben, welcher blattlos und wurzelnd an dem Boden kriecht, weder von grüner Farbe noch sonstiger Beschaffenheit eines Stengels ist; sondern, der Wurzel ganz ähnlich, insofern er auch seine Ernährung mehr durch den Boden als die Luft erhält, eher ein Fortsatz derselben als ein Stengel zu seyn scheint.

Besonders merkwürdig an den Stengeln ist die die obere Theile derselben umgebende Haut. Diese muß, nach aller Analogie, als ein im Bau und der Funktion mit den Blättern übereinstimmender Theil der Pflanze betrachtet werden, dessen Lebensprozeß nur dadurch modificirt werden wird, daß der durch den Stengel hervorgebrachte Stoffenwechsel durch ihn hindurch geschehen muß. — Sie erscheint auch hier wirklich als ein solcher. — Eben die Ursachen, welche bei

den Blättern eine mangelhafte Ernährung bewirkten, müssen auch hier obwalten, und dieselbe Wirkung haben, und zwar hier um so mehr, je kleiner des Stengels Oberfläche gegen die der Blätter ist. Dies bewährt sich auch in dieser feinen membranösen, den eigentlichen Stengel weit und locker umgebenden, von Farbe gelblich weißen Hülle, in welche die Rinde unserer ganzen Pflanze übergegangen ist. —

Das Geschäft der Wurzeln ist die Aufsaugung einiger Theile aus dem Boden in welchem sie stehen. Die chemische Untersuchung des zur Vegetation tauglichen Bodens lehrt in demselben zweierlei Theile kennen, die mineralischen und die vegetabilischen; jene sind: Salze, Oxyde, Erden, Alkalien; diese sind der eigentliche Humus. — Der Humus ist entstanden aus der freiwilligen Zerlegung von Vegetabilien an der atmosphärischen Luft. Der Hauptprozeß hiebei ist das Freiwerden oder ungebundnere und überwiegendere Hervortreten des Kohlenstoffs, wahrscheinlich durch Entziehung andrer Bestandtheile, namentlich des Sauerstoffs und Wasserstoffs; dies beweist der Versuch: daß nasse Holzspäne, welche an der Luft gestanden haben, einen verhältnißmäßig größern Antheil Kohlenstoff enthalten als vorher, und sich zuletzt in den wahren Humus verwandeln. Dabei geht wahrscheinlich auch eine Modification des Wassers vor sich; und diese ganze in Wasser auflösliche Masse ists, welche vorzüglich zur Unterhaltung der Vegetabilien durch ihre Wurzeln dient. — Aber sie ists auch nicht allein; denn eine zu

große Menge derselben schadet wieder der Vegetation. Sie findet sich in dem fruchtbarsten Erdreich gemischt, theils mit Massen welche nicht in die Pflanze aufgenommen werden, und den Wurzeln mehr zur Unterstützung dienen, theils mit den eigentlichen mineralischen Nahrungsstoffen der Pflanzen, welche, soweit sie in der aus dem Humus und dem Wasser gebildeten Masse, auflöslich sind, auch von den Wurzeln aufgenommen werden. — Wie stehts nun mit dem Humus, wie mit den der Vegetation dienlichen Salzen an dem Standort unsers Cerastium, wo nichts als sehr stark verwitterter Porphyr zu sehen war, und sonst keine Spur vegetabilischer Substanzen, selbst nicht einmal Moose und Flechten, auch nicht die kleinsten, die man doch sonst auf den ödesten und höchsten Felsen findet, und als Erzeuger des ersten Stückchen Humus annehmen könnte, auf welchem dann zusammengesetztere Pflanzen Gedeihen finden möchten?

Die Abwesenheit des Humus ist hiebei das Bedenklichste. Da ich weder urbare Erde selbst, noch auch irgend eine der uns bisher bekannten Quellen derselben an dieser Stelle gefunden habe, so müssen wir zunächst untersuchen was es denn im Humus eigentlich ist das das Leben der Pflanzen mit bedingt. Da der Humus eine vegetabilische Mischung ist, welche sich von den unzerstörten Vegetabilien in chemischer Hinsicht vorzüglich nur durch einen größern Gehalt an Kohlenstoff unterscheidet, — und da ferner der Lebensprozeß der Stengel und Blätter einer in solchem

Humus stehenden Pflanze in derselben einen immerwährenden Ueberschuß von Kohlenstoff beweist, so läßt sich mit Recht annehmen, daß dieser Kohlenstoff in irgend einer Verbindung mit einem geringen Antheil Wasserstoff und Sauerstoff, vielleicht auch mit einem bei der Bildung des Humus modificirten Wasser das vorzüglichste Verarbeitungsmaterial der Wurzeln ausmacht, — und eine Mischung dieser Art läßt sich vielleicht auch in dem verwitterten Gestein nachweisen. — Das Verwittern von Mineralien besteht wohl hauptsächlich in einem Eindringen des in der atmosphärischen Luft vorhandenen Wassers, und wahrscheinlich des im atmosphärischen Sauerstoff chemisch *) gebundnen Wassers in die Poren des Gesteins. Die nächste Folge davon ist ein Zerfallen desselben, und ein weiteres Fortschreiten dieser Verbindung. Jedes verwitterte Gestein enthält also Wasser; das Wasser aber äußert Affinität der ersten Art zur Kohlensäure, vorzugsweise gegen alle einfachen Gase und deren Combinationen durch Affinität der ersten Art, also auch vorzugsweise gegen das Stickgas, Sauerstoffgas und die atmosphärische Luft; — folglich wird auch das im verwitterten Gestein befindliche Wasser die in der atmosphärischen Luft befindliche Kohlensäure anziehen und in sich aufnehmen, — und demnach enthält jede verwitterte Steinmasse, von welcher Art sie auch sey, schon an und für sich den Kohlenstoff, und mit ihm

*) S. Parrot Grundriß der theoretischen Physik. §. 1168.

die Hauptbedingung zur Ernährung von Vegetabilien von unten auf, oder durch ihre Wurzeln. Das Leben von Pflanzen setzt also nicht nothwendig in ihrem Boden die Fäulniß andrer vorher existirender Pflanzen voraus, sondern das roheste Gestein ist nach seiner bloßen Verwitterung im Stande den hingestreuten Keim zur vollkommnen Pflanze zu entwickeln, so weit diese Entwickelung vom Boden abhängig ist. — Die Möglichkeit der Entstehung der Pflanzenwelt bei der Schöpfung unsrer Erdoberfläche, wo noch keine Verwesung vegetabilischer Körper einen Humus gebildet hatte, ist also gleichfalls, nur unter der Voraussetzung von Keimen, keinem Zweifel unterworfen. —

Diese Ansicht gewinnt in Bezug auf unser Cerastium noch mehr für sich, wenn wir auf die Beschaffenheit des Gesteins sehen auf welchem es wuchs. — Der unverwitterte Porphyr des Kasbek besteht aus einem Gemisch von Kieselerde, Alaunerde mit vielem Eisenoxyde als der Grundmasse, in welcher sich der Felsspath, Glimmer und ein wenig Quarz und Hornblende kristallisch befinden. Berücksichtigt man noch die Bestandtheile des Felsspath, Glimmer und der Hornblende, so hat man in dieser ganzen Masse: Kieselerde, Alaunerde, viel rothes Eisenoxyd, Kali und etwas Kalk. Das Kali, der Kalk und die Alaunerde äußern gleichfalls Anziehung gegen die Kohlensäure, und werden sie also auch aus der atmosphärischen Luft in sich aufnehmen, haben es bei unserm jetzigen verwitterten Porphyr schon viele Jahrhunderte lang ge-

than, und so bietet dieses Gemisch aus einem vielleicht modificirten Wasser, Erden, Alkalien, Eisenoxyd und Kohlensäure eine Substanz dar, welche im Stande ist den aus Vegetabilien entstandnen Humus sammt den vorzüglichsten dem Pflanzenleben nützlichen mineralischen Bestandtheilen vielleicht vollkommen zu ersetzen, und auch auf diesem scheinbar öden Boden den Wurzeln einer phanerogamischen Pflanze hinlängliche Nahrung zu schaffen. —

So wie der Stickstoff bei den Gährungsprozessen der Vegetabilien die wichtigste Rolle spielt, bei der faulen Gährung, durch welche der Humus erzeugt wird, in bedeutender Menge aus der Atmosphäre an die gährende Substanz übertritt, und bei der Vegetation neuer Pflanzen auf diesem Humus sich wieder thätig zeigt, — so wird auch bei jener Zerlegung mineralischer Substanzen, welche man Verwitterung genannt hat, und durch welche ein dem Humus ähnliches Produkt entsteht, der atmosphärische Stickstoff nicht unthätig seyn, sondern gleichfalls an jene neu erzeugte Masse übergehen, und sein Dasein bei der Ausbildung von Blüthen auf diesem Boden documentiren. —

So habe ich demnach zur Erklärung sowohl des Vorkommens einer Pflanze in dieser hohen Region überhaupt, als auch der Abnormitäten ihres Baues insbesondere, die Bedingungen dieser ihrer Vegetation, in der Luft wie in dem Boden ihres Standorts nachgewiesen. Ich habe gezeigt, wie jene den Sauerstoff und

das Licht von oben her, letzterer den Kohlenstoff, das Wasser und einige wenige mineralische Bestandtheile von unten her, einander entgegen führen, und so den chemischen Prozeß der Vegetation bedingen, in welchem allein das Wesen derselben besteht, den Prozeß der Wanderung von Massen durch die rein chemische Anziehung, die nach dem bisherigen Zustande der Naturlehre, einzig und allein, aber auch hinreichend im Stande ist, das bisher räthselhafte Phänomen von dem Aufsteigen der Säfte in den Pflanzen bis zu Höhen zu erklären, welche die Wirkung der Kapillarität bei weitem übersteigen, und also den Vegetationsprozeß des kriechenden Cerastium wie den der hochstämmigsten Ceder einem Naturgesetz unterwirft. — Diese einfache, allen bisherigen Erfahrungen genügende Erklärungsmethode eines bisher unerklärten Phänomens der Vegetation, gründet sich auf die neue Lehre von der chemischen Anziehung, und deren charakteristischen Merkmale: der freiwilligen Wandrung chemisch verwandter Stoffe zu einander, welche Lehre von meinem Vater zuerst aufgestellt und in seinem Grundriß d. theor. Ph. im Kapitel der Ergänzung d. allg. Lehre d. Affinität §. 331 bis 356 vollständig vorgetragen ist. —

Berücksichtigen wir nun noch die Temperatur der über der Schneegränze des Kasbek um 1000 Fuß erhabnen Region in Bezug auf die Vegetation an diesem Ort, so ist noch folgendes zu beachten: An einem heitern Tage stieg ich auf dem Kasbek zu einer Höhe

von etwa 2000 Toiſ. und unterſuchte von hier an bis zur Schnegränze herab an mehreren Stellen die Temperatur, ſowohl unmittelbar über der Oberfläche des Schnees aber im Schatten, als auch in demſelben, und fand ſie durchgängig und genau auf 0° R., als Folge der durch die Einwirkung des Sonnenlichts hervorgebrachten Schmelzung des Schnees auf deſſen Oberfläche. — Bei einer ſolchen Temperatur, welche offenbar noch weit über der mittlern Temperatur dieſer Region iſt, könnte freilich keine Vegetation ſtatt finden; aber dies iſt auch nicht die Temperatur, welche bei gleichen Höhen die nicht beſchneiten Steinmaſſen haben; denn die in dieſen durch das Licht entbundene Wärme wird durch keine Schmelzung von Schnee wieder gebunden, ſondern bleibt in dem Geſtein latent, und wird alſo nicht nur die Vegetation am Tage geſtatten und befördern, ſondern auch hinreichen die Pflanzen während der Nacht, wenigſtens die wärmern Monate des Jahres hindurch, vor dem Erfrieren zu ſichern. Da aber dieſe Temperatur ohnehin ſchon nicht groß ſeyn kann, gegen die Temperatur in niedern Regionen betrachtet, und die Erwärmung der Luftſchichten durch den erwärmten Boden, wiederum nach dem Geſetz der chemiſchen Stoffenwandrung, wenigſtens in der Nähe deſſelben, eine geometriſche Progreſſion befolgt, ſo wird die über dieſem Boden ſtehende Luft eine ſehr geringe Temperatur haben, und nicht im Stande ſeyn eine aufgerichtete Pflanze zu unterhalten; daher denn auch bei un-

serm Cerastium das Niederliegen, Kriechen und Schlängeln auf dem Boden, — ein Phänomen dessen ich schon bei den botanischen Betrachtungen der Krym gedacht habe.

Auf diese Art habe ich also nicht nur alle Erscheinungen an unserm so vielfach interessanten Cerastium den bisherigen Erfahrungen über die Vegetation zwanglos angepaßt, sondern auch dargethan: daß sich in der Localität der über der Schneegränze befindlichen Regionen kein andrer zureichender Grund findet, die Vegetation so plötzlich zu unterdrücken, als das Daseyn des Schnees. Nur dieser also, und nur an der Stelle wo er sich befindet, nicht die Schneegränze und ihre klimatische Wirkung hindert das Fortkommen von Pflanzen über derselben. — Erst allmählig werden in immer höhern Regionen die Bedingungen der Vegetation, sowohl in Hinsicht auf die unmittelbaren Nahrungsstoffe aus der Atmosphäre, als auch in Hinsicht der Temperatur geschmälert, bis sie zuletzt nicht mehr im Stande sind, die Vegation auch der niedergedrücktesten, über die Oberfläche des Bodens kaum merkbar mehr erhabnen Flechten, zu unterhalten. — Aber die harte Scheidewand fällt weg, welche bisher Schnee- und Vegetations-Gränze mit einander beschränkte und vereinigte, und wir finden auch hier wie überall den Satz bestätigt: Die Natur macht keinen Sprung. —

Wir verlassen diesen kühnen Sonderling, welcher aus einer mildern Region, der rauhern trotzend, herauf-

aufstieg und sich in einer Höhe ansiedelte, welche man bisher nur für die einfachern Individuen seines Gleichen, die Kryptogamen, für bewohnbar hielt. Diese Vegetabilien, sonst der Höhe nach die ersten, waren mir noch nicht zu Gesicht gekommen, vielleicht weil ich nicht im Stande war die schroffen Felswände hinlänglich zu durchsuchen, und das lockre gar zu sehr verwitterte Gerölle das Fortkommen dieser Pflanzengeschlechter nicht zu befördern scheint. — Unterhalb des Standorts des Cerastium hätte ich sie gewiß gefunden, wenn sich der Felskamm, der jenes trug, noch tiefer herabzöge und nicht eine dichte Hülle ewigen Schnees den Bergabhang deckte. — Erst in der Höhe von ungefähr 1700 Tois. über der Meeresfläche *) zeigte sich wieder ein Abhang von grobem nicht beschneetem Gerölle, der sich bis unter die Schneegränze des Kasbek forterstreckte. Auf und zwischen diesen Steinmassen standen dann, aber auch in üppigem Wuchse: Baeomyces subulatus, (bis 2½ Zoll lang) Gyrophora murina, Cetraria islandica, — nivalis, Stereocaulon Paschale, Bartramia gracilis. Sie überziehen ungehindert die Schneeregion (bei 1647 Tois.) und bis etwa 1600 Tois. herab, einen Strich den sie fast ausschließlich bewohnen. — Warum aber fand ich hier keine Phanerogamen, da doch die reiche Vegetation der Kryptogamen die Erzeugung urbarer Erde veranlassen konnte? Dies erklärt sich

*) (53 Tois. über der Schneegränze.)

eben aus dem üppigen Wuchs der letztern. Die Steinmassen auf welchen sie wuchsen waren groß, keinesweges in feinen Sand zerfallen, wie am Standort des Cerastium, sondern höchstens an ihrer Oberfläche etwas angewittert. Das Erhaltungsmaterial von Vegetabilien durch ihre Wurzeln ist also nur in sehr geringem Maaß vorhanden; die ganze Beschaffenheit dieser Region aber ist, wie uns alle Erfahrungen lehren, der Vegetation von Kryptogamen ungemein beförderlich; was Wunder also, wenn sie diese Gegend zuerst in Besitz nahmen, und sofort jedem Fremdling streitig machten, zumal da diese Gewächse perennirend und keiner jährlichen Verwesung unterworfen sind.

Zu diesen Kryptogamen gesellen sich aber sehr bald wieder die Phanerogamen. Schon gleich wenige Schritte unterhalb der von uns angenommnen Schneegränze stand ein Leontodon, das ich als ein noch nicht beschriebnes erkannt, und seines Standorts wegen L. nivale genannt habe. Seinem ganzen Bau war die klimatische Wirkung dieser Region, wie wir sie am Cerastium beobachtet haben, nur gemäßigter, aber unverkennbar eingedrückt. Die größten Exemplare unter ihnen in dieser Gegend waren vom Boden aus $\frac{5}{4}$ Zoll hoch, Alles in Allem; davon machten im Durchschnitt die meist fast cylindrisch geschlossenen Blüthen drey, und der Stengel vier Theile aus; die Blätter deren längste $1\frac{1}{2}$ Zoll betrugen, lagen auf dem Boden, zwar etwas schlaff, doch deutlich ausgebildet; die Wurzeln waren stark und bis über 2‴ im Durchmesser;

die Pflanze übrigens in voller Blüthe *). Innerhalb dieses bezeichneten Strichs bis 1600 Tois. herab, nur etwas tiefer als das Leontodon zeigten sich ferner:

Bunium acaule, in voller Blüthe; die Blumenkrone fast von der gewöhnlichen Größe; die Blumenstiele sehr kurz, daher äußerst kleine Dolden; die Blätter klein, nicht gehörig ausgebreitet, selbst nicht ganz rein gefärbt und sehr zusammengedrängt; dies alles giebt der ganzen Pflanze (wenn man ihre Blumen nicht näher und einzeln betrachtet) das Ansehen einer sich im Frühjahr zu früh entfaltenden, dem Froste noch etwas ausgesetzten Pflanze; ein Charakter, der den meisten Pflanzen dieser hohen Region, und gewiß beständig zukommt, da es hier nicht mehr Frühling war, sondern sich bereits der einbrechende Winter durch einen starken Schnee ankündigte, welcher am 7ten Sept. die ganze Seite des Kasbek bis zu der Höhe von 1100 Tois. über dem Meere herab deckte. —

Saxifraga granulata, gleichfalls in voller Blüthe, im Durchschnitt nur 2 Zoll hoch, aber mit Blüthen welche an Größe denen bei uns in Livland wachsenden gleichkommen, und mit Blättern, die in Betreff ihrer Kleinheit zwar dem Stengel angemessen waren, aber mit den Blüthen im größten Mißverhältniß standen, indem keins derselben an Oberfläche ein einziges Blumenblatt übertraf.

---

*) Die Zeit, in welcher ich diese Untersuchungen machte, fällt zwischen den 1sten und 7ten Sept.

Arenaria lychnidea und Arenaria austriaca, erstre fast ganz verblüht, letztere noch vollkommen und groß blühend, beide Pflanzen übrigens niedrig.

Saxifraga caespitosa und Saxifr. filamentosa, erstre halb verblüht, letztere in voller Blüthe, aber bei beiden alles was zur Fruktifikation gehört in der gewöhnlichen Größe und vollkommen ausgebildet, aber mit etwas kurzem Stengel und kleinen großentheils bei erstrer gelbgrünen, bei leztrer, wegen der dunklen Farbe der grünen Theile überhaupt, hellbraunen Blättern, die bei leztrer nicht über 4 Linien lang werden, und also kaum die Länge der schönen goldgelben Blumenkrone erreichen.

Von Saxifraga cotyledon die bloßen Wurzelblätter, die sich durch Wurzelsprossen aus der nächstfolgenden Region, wo die ganze Pflanze in vollem Wuchse und Saamen tragend stand, heraufgezogen hatten. — Daß hier in einer hohen Region die bloßen Blätter einer Pflanze und nicht auch die Blüthen stehen, liefert keinen Grund gegen die über die Vegetation der Blüthen und Blätter in großen Höhen aufgestellten Behauptungen; man bedenke daß der Stengel eine gleiche Beeinträchtigung durch das Klima erleidet als die Blätter und daß bei den so steifen gradaufsteigenden Stengeln dieser Pflanze noch die Temperatur besonders nachtheilig wirkt, daß also gewiß nur der Mangel der Stengel Ursache des Fehlens

der Blüthen ist, und daß letztere höchst wahrscheinlich nicht fehlen würden, wenn jene vorhanden wären. —

Anthemis rudolphiana, deren Blumenkrone von der gewöhnlichen Größe, deren Blätter aber weit unter derselben waren, mit einem kaum 2 Zoll langen Stengel, und einer dicken, starken Wurzel. Ganz dasselbe gilt von

Potentilla grandiflora, deren Blumen die gewöhnliche, deren Blätter aber in Rücksicht der Oberfläche kaum ¼ von der gewöhnlichen Größe hatten, mit einem niederliegenden Stengel.

Bunium peucedanoides in voller Blüthe, schon bis 4 Zoll hoch, aber mit wenig und kleinen Blättchen, und Dolden von nicht mehr als 3 Linien Durchmesser wegen der so kurzen Blumenstiele, und mit Blüthen welche in Hinsicht der Größe und Vollständigkeit nicht im mindesten verloren hatten. —

Auch Gräser, wie: Aira humilis, Carex atrofusca und Polypogon vaginatus zeigten sich schon in dieser Region, aber doch nicht ganz so hoch hinauf als die genannten Pflanzen, und nur einzeln unter jenen zerstreut. Auch von diesen Gräsern gelten dieselben Bemerkungen, welche wir in Hinsicht der Vollkommenheit der Blüthen und Wurzeln, so wie der Mangelhaftigkeit in den Blättern und Stengeln an den Pflanzen dieser Gegend bisher gemacht haben; aber doch in einem geringern Grade, da ich hier die Halme der Gräser etwa 5 Zoll hoch und ganz gerade gewachsen fand, so daß es wahrscheinlich ist daß diese

Gräser einer Beugung und größern Verunstaltung des Stengels entweder gar nicht, oder erst in viel größern Höhen unterworfen sind. —

Die nächstfolgende Region welche ich zwischen 1600 und 1500 Tois. über der Meeresfläche festsetzte, hat wieder ihren eigenthümlichen Charakter. Die Pflanzen der vorigen Region nämlich haben schon viel zur Erzeugung eines fruchtbaren Erdreichs beigetragen; dies nimmt in dem nun zu beschreibenden Strich immer zu; die genannten Gräser vereinigen sich bald mit noch andern, wie: Anthoxanthum odoratum, Scirpus caricis, Bromus angustifolius, Bromus arvensis, einige Arten aus den Gattungen Poa und Avena (unter deren letztrer sich eine bisher noch nicht beschriebene Art findet); sie treten immer geselliger zusammen, aggruppiren sich immer mehr, und bilden bald eine ununterbrochne Rasendecke von üppigem Wuchse, an welcher die wahre Grasregion deutlich zu erkennen ist. — Auch hier erhalten wir und zwar von einer ganz neuen Seite eine auffallende Bestätigung für den Satz daß die zunehmende Höhe die Vegetation der Blüthen nicht beeinträchtigt, durch das hier gefundene Anthoxanthum odoratum. Diese Pflanze nämlich hatte, unerachtet ihres im Ganzen niedrigen Wuchses, doch die Blüthentheile nicht nur in der gewöhnlichen Größe, sondern auch mit dem ihnen eigenthümlichen Geruch, wohl eben so stark als man ihn hier in Livland auf den Wiesen wo dies Gras wächst, findet; zum

deutlichen Beweis daß das Ausstoßen riechbarer Theile, welches mit dem Hauptgeschäfte der Blüthen, dem Ausstoßen von Stickgas in so enger Verbindung steht, durch die abnehmende Dichtigkeit der Atmosphäre gar nicht zerstört werde. —

Hie und da, wo aus dieser dichten Grasflur rohe Felsen hervorragten, sammeln sich um sie herum die Pflanzen der vorigen Region, in Hinsicht der Blätter und Stengel vollkommner ausgebildet als dort. Hier fand ich auch noch: Alchemilla pubescens und Polygonum bistorta, beide mit sehr dicht zusammengedrängtem Blüthenstande, ohne die geringste Verkleinerung der Blüthen selbst; ferner: Campanula rupestris, welche schon an den höchsten Punkten dieser Region erschien, aber eben so verkrüppelt, wie's etwas höher hinauf das beschriebene Leontodon war; ich fand hier in der Regel Exemplare nur von 1½ Zoll Länge, wovon die schöne blaue Blumenkrone grade die Hälfte ausmachte, mit welken, gelblichen, sogar zum Theil membranösen Blättern, dagegen aber wieder mit sehr langen Wurzeln von mehr als 2½ Linien im Durchmesser. Von Saxifraga cotyledon, deren Wurzelblätter schon in der vorigen Region vorkamen, standen hier die vollständigen und zwar Saamen tragenden Exemplare. Aster alpinus in voller Blüthe, mit violetten und weißen vollkommen ausgewachsenen Blumen, bei einem Stengel von nicht mehr als 3½ Zoll Länge. Veronica gentianoides halb verblüht; Campanula

collina etwa 3 Zoll hoch, dagegen sie bei 1278 Toiſ. ſchon 10 Zoll hoch wuchs; und endlich Erigeron uniflorum in voller Blüthe.

Wir gehen zu einer neuen Region über, die ſich dadurch charakteriſirt, daß die Vegetation der Gräſer allmählig abnimmt, und dem Erſcheinen anderer Pflanzen Platz macht. — Hier — zwiſchen 1500 und 1400 Toiſ. — fand ich: Hypericum hyssopifolium, Hyper. perforatum und Cerastium alpinum (das erſte Cerastium welches ich nach jenem erſtgefundnen auf dieſer unterſuchten Seite des Kasbek fand); alle drei zwar kurz von Wuchs, doch in vollkommner Blüthe. Anthemis caucasica mit großen vollkommenen Blüthen, aber ſehr kleinen im Durchſchnitt kaum ½ Zoll langen, ziemlich welken, unebnen, gelblichen Blättern, als hätten ſie ſich eben erſt im Frühling entfaltet. Centaurea ochroleuca zeigte ihre Blumen in ihrer ganzen Pracht, aber die Stengel, welche in der Ebene ſich bis 2½ Fuß hoch erheben, lagen hier auf dem Boden darnieder, hatten aber in Hinſicht ihrer Stärke wenig oder gar nicht abgenommen. Ranunculus caucasicus ſtand in voller Blüthe aber auch mit niederliegendem Stengel. —

Gentiana septemfida fand ich ſchon gleich auf den höchſten Punkten dieſer Region, zwar nur 4½ Zoll, doch kräftig vegetirend, beſonders in Hinſicht ihrer ſo prächtig blauen und großen Blumenkrone, ohne alle Spur von Verkrüppelung. Es iſt alſo mehr

als wahrscheinlich daß ihr Fortkommen nicht auf diese Höhe in welcher ich sie fand, beschränkt ist, sondern daß sie noch viel höher hinauf gefunden werden würde, wenn der Zufall ihren Saamen dorthin geführt hätte. Das Merkwürdigste aber an dieser Pflanze zeigen uns ihre Blüthen. Pallas scheint sie, wenigstens zu der Zeit da er sie als eine eigene Species bestimmte, in der Krym häufig mit siebentheiliger Blumenkrone gefunden, und ihr danach den Namen gegeben zu haben. Im Taurus und Kaukasus aber fand man später ihre Blumenkrone in der Regel sechs-, zuweilen fünf- sehr selten siebentheilig, und in der Flora taurico-caucasica heißts sogar: Corollam in millenis individuis vix unquam septemfidam vidi, hinc nomen triviale videtur abolendum. —

Ich habe während meines kurzen Aufenthalts im Gebirge (denn in der Steppe sah ich die Pflanze nicht) vier Exemplare mit siebentheiliger Krone gefunden, von welchen drei dem Hochgebirge, nämlich dem Kasbek, eine auf 1500 Tois. und zwei der nächstfolgenden Region desselben, und nur eine dem Fuß des Gebirges angehören. Zählt man einen siebentheiligen Limbus zur Vollständigkeit der Blumenkronen dieser Pflanze, so liefert diese Erfahrung einen neuen Beweis, daß die höhern Schichten der Atmosphäre das Leben der Blüthen eher begünstigen als beeinträchtigen. —

Endlich haben wir noch der Scabiosa caucasica zu erwähnen. Ich fand in dieser Region und

zwar schon an ihrem höchsten Punkt nur ein Exemplar derselben, mit etwas kurzem, doch starkem niederliegendem Stengel, und der prächtigen Blüthe in gewöhnlicher Größe, dagegen mit einer auffallenden Abweichung an den Stengelblättern. Die Definition dieser Species nämlich, giebt als Charakter derselben, folia caulina pinnata an; mein Exemplar hatte folia caulina integerrima, und zwar an dem nur 15 Zoll langen Stengel drei Paar solcher Blätter, deren vier untere latolanceolata, die beiden obersten ovata, apice attenuata, waren; — und dennoch, unerachtet dieser großen Abweichung, welche ohne Zweifel eine andre Species charakterisiren müßte, ist dies die wahre Scabiosa caucasica; dies lehrt die genaue Uebereinstimmung sowohl im ganzen habitus, als auch in allen übrigen Theilen insbesondere, dies beweist unwiderleglich ein wahrer Uebergang welchen ich von diesen glatträndigen Blättern zu den gefiederten wahrgenommen habe. In der nächstfolgenden Region nemlich fand ich an den wenigen dort vorhandenen Exemplaren die Stengelblätter nicht mehr glatträndig, sondern ungleich und etwas tief gesägt; je weiter ich herabstieg, desto tiefer wurden die Sägeeinschnitte, bis ich endlich um Stepan Zminda herum (bei 826 Tois.) die Pflanze mit foliis caulinis pinnatifidis fand. Ja sogar an einem Bergabhang, welcher dem Kasbek gegenüber am rechten Terekufer liegt, sehr viel steiler als der Kasbek ist, und mit seinem Kamm nur eben bis an die Schneegränze reicht, fand ich in seiner Höhe

gleichfalls Exemplare mit durchaus glatträndigen, und andre mit sägeartig eingeschnittenen Stengelblättern, so daß das Factum außer Zweifel ist: daß die Stengelblätter der Scabiosa caucasica, durch einen Uebergang von halbgefiederten und gesägten Blättern in einer großen Höhe endlich ganz glatträndig werden. —

Was sagt nun die Physiologie der Pflanzen zu dieser Erfahrung? Woher dieser Ueberfluß an Nahrungsstoffen für die Blätter, welcher offenbar, entweder absolut oder relativ vorhanden gewesen seyn muß, da die mittlern von diesen Blättern bis 5 Zoll lang und ¾ Zoll breit waren, also jene gefiederten Blätter an Masse bei weitem übertrafen? — Oder, setzt die Theilung der Materie, welche in den gefiederten Blättern statt findet, eine gewisse Consistenz der aufgenommenen Nahrungsstoffe, oder gar eine gewisse Stärke des Vegetationsprozesses voraus, welche in dieser hohen Region nicht obwalten? — Ist der Boden oder die Luft Ursache dieser Erscheinung? — Warum endlich sah ich sie nur bei der Scabiosa caucasica, und warum nicht auch bei der Saxifraga caespitosa, der Potentilla grandiflora, dem Bunium peucedanoides, der Saxifraga granulata, die doch auch getheilte Stengelblätter haben, an der Schneegränze des Kasbek, wie in der Höhe der Meeresfläche? Findet sich aber auch keine genügende Erklärung dieses Phänomens, so enthält es doch auch keinen Widerspruch mit dem was ich bisher über die Vegetation der Blätter in ungewöhnlich hohen Regionen bemerkt habe, und

eher eine Bestätigung der Behauptung: daß in solchen Regionen die Ernährung der Blätter vorzugsweise gegen alle andre Theile der Pflanze Veränderungen ausgesetzt ist, und dadurch Abnormitäten im Bau derselben entstehen können.

Den Beschluß der in dieser Region vorkommenden Pflanzen machten: die niedliche Gentiana rotata, eben in voller Blüthe; Cerastium frigidum, schon saamentragend; Alchemilla vulgaris, schon mit ziemlich großen Blättern und nur wenig zusammengedrängtem Blüthenstand; Swertia perennis, am Ende ihrer Blüthe, und bis auf den etwas kurzen aber starken Stengel wohl ausgebildet; Primula longifolia, saamentragend, die Blätter schon größtentheils mit dem weißen Saum versehen, den die Blätter der meisten Primeln bei eintretender Winterkälte bekommen; und Ajuga orientalis in voller, kräftiger Blüthe aber mit kurzem dickem Stengel, und daher sehr gehäuften Blättern, zum Beweis daß sie hier schon der Gränze ihres Fortkommens nahe ist. —

So wie man an den Pflanzen der eben beschriebenen Region, die klimatischen Wirkungen nur noch schwach bemerkt, so verschwinden sie schon fast ganz in der Region von 1400 bis 1300 Tois., und geben sich höchstens dadurch zu erkennen, daß die hier vorkommenden Pflanzen minder hoch, minder groß und ausgedehnt, überhaupt nicht so üppigen Wuchses sind, als man sie in den fruchtbaren Thälern am Fuße des Gebirges findet. — Die meisten der früher genannten

Pflanzen kommen auch hier wieder vor, selbst die Kryptogamen standen hie und da an den Steinen in kräftigem Wachsthum; Rumex alpinus und Rumex multifidus β, in voller Blüthe und sehr häufig, Gentiana pyrenaica, Gnaphalium dioicum, Epilobium angustifolium, Scrophularia anthemifolia, Cnicus abvallatus und Betonica grandiflora gesellen sich zu ihnen; am meisten aber zeichnet sich dieser Strich durch das Auftreten der ersten Sträucher aus. Die erste Pflanze aus dieser Familie, welche mir hier begegnete war Rhododendron caucasicum, welches anfangs nur ganz kleine Flächen deckt, und nicht über zwei Fuß hoch auf dem Boden sich mannigfaltig umherkrümmt; tiefer unten aber, besonders in der nächstfolgenden Region große Abhänge und ganze Hügel dicht überzieht, sich auch höher vom Boden erhebt, und den Bewohnern der angränzenden Gegenden das wichtigste Brennmaterial liefert.

Etwas tiefer als das Rhododendron zeigten sich: Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis idaea, Rubus saxatilis und Rubus idaeus alle mit reifen Früchten, doch im Ganzen sehr selten. — In der Höhe von 1367 Tois. fand ich auf der Südseite des Kasbek an den Quellen des Terek damals blühend: eine Valantia, Draba siliquosa, Ranunculus dissectus, Myosotis scorpioides, Polygonum bistorta, Veronica beccabunga und Saxifraga nervosa.

In der Region von 1300 bis 1200 Toif. wird am Ende derselben die Anzahl der Gesträuche noch durch einige Exemplare von Sorbus aucuparia (Vogelkirsche) mit ganz reifen Früchten und nicht über 6 Fuß hoch, von Salix capraea mit ganz reifen Saamen und mit einigen Rosensträuchern vermehrt, welche eben im Verblühen waren. —

Bei ungefähr 1100 Toif. fand ich die ersten Exemplare von Azalea pontica, einem Strauch, dessen prachtvolle Blüthen ich leider nicht mehr sah. In der Region zu welcher er gehört, nämlich zwischen 1200 und 1000 Toif. standen ferner: Scabiosa tartarica, Aquilegia vulgaris, Bupleurum falcatum, Pyrethrum carneum, Aconitum cammarum, Helianthemum vulgare, Galium rubioides, Gypsophila elegans, Pedicularis comosa, Erigeron acre, Ziziphora dasyantha und Anchusa echioides, in voller Blüthe, Epilobium angustissimum, Cucubalus Behen, Inula glandulosa zu Ende der Blüthe, Juniperus oblonga mit unreifen Früchten und die meisten der bisher genannten Pflanzen, da überhaupt keine Pflanze der höhern Regionen den niedern Strichen durchaus fehlt, sondern nur durch das häufigere Vorkommen andrer Geschlechter in ihrer Ausbreitung eingeschränkt wird.

Erst in der Gegend von 870 Toif. über der Meeresfläche werden wir den eigentlichen ziemlich deutlich ausgesprochenen Anfang der Region von Betula alba (Birke) finden; wenn uns aber schon dieser

Strich von dem wir eben handeln, eine auffallende Ausnahme von diesem erst später beginnenden Vorkommen der Birke liefert, so müssen wir sie auch billig hierher zählen. — Bei 1048 Tois. nämlich, fand ich schon Birken, und nicht etwa einige verkrüppelte Sträucher, jenem Cerastium analog, sondern einen vollständigen kleinen Hain, von ungefähr ¾ Werst im Umkreise. Er stand südwärts vom Berge Kasbek, am rechten, sanft ansteigenden Terekufer, dem Dorf Abaná grad gegenüber, und bestand aus ungefähr 25 Fuß hohen Bäumen, deren Aeste sich etwas mehr als gewöhnlich ausgebreitet hatten, aber sonst ohne alle Spur von Verkrüppelung. — Dieses Wäldchen dankt seine Erhaltung einem frommen Glauben, der darin besteht, daß jedem, der diesen Hain eines Baums oder auch nur eines Astes beraubt, irgend ein Unglück ins Haus kommen werde. — Gegen das Ende dieses Thals am Abhange eines Berges fand ich bei 1116 Tois. also 68 Tois. höher als bei Abaná, wieder einige aber wenige Birken, und nicht mehr in jenem vollständigen Wuchse, sondern mit dünnen, hin und her gebogenen Stämmen, überhaupt schon mehr als Sträucher und nur einzeln zerstreut, mit Rosen und Juniperus oblonga wechselnd.

Das Terekthal läuft in dieser Gegend von N. O. nach S. W.; aber dort, wo wir die eigentliche Gränze der Birkenregion (bei etwa 870 Tois.) glaubten, läuft der Terek von S. nach N., und dieser Punkt (etwas unterhalb Kobi) ist eben so südlich vom Kasbek gelegen

als Abaná — und doch ist es möglich daß hier die Birke nur als krüpplichter Strauch, aber 177 Tois. höher noch als wahrer Baum erscheint. Sey es, daß das Thal von Abaná sich durch einen besonders hohen Grad von Fruchtbarkeit des Bodens auszeichne, daß vielleicht die außerhalb seiner unmittelbaren Umgebungen sich befindenden Berge minder hoch, die Massen ewigen Schnees von ihm entfernter sind, also die offnere Lage des ganzen Thals ein längeres Verweilen der Sonnenstrahlen in derselben gestattet, so bleibts denn doch immer noch auffallend, warum dann nicht das ganze Thal, wenigstens hin und wieder mit Birken besetzt ist, und beweist, wie sehr man auf Lokalitäten zu achten hat, wo man über bestimmt abgeschnittene Vegetationsgränzen für gewisse Geschlechter und Arten entscheiden will und die Gränze des Vorkommens einer Pflanze gefunden zu haben glaubt, wenn sich auch die Spuren derselben so deutlich zeigen, als es im Thal unterhalb Kobi mit den Birken der Fall ist. —

Da das Thal von Abaná freier, weiter und ebener liegt als das nächstfolgende zwischen Kobi und Stepan Zminda gelegene, so begünstigt diese Lage auch schon den Getraidebau unter den hier in Dörfern häufig angesiedelten Ossetinern, die aber vielleicht auch zu den höchsten Dorfbewohnern des Kaukasus gehören mögen, weil schon bei ihnen die ausgesäete Gerste und Hafer nicht alle Jahr zur Reife gelangt, wie es nament-

mentlich in diesem Jahr die Bewohner von Abaná und ihre Nachbarn zu erwarten hatten. —

Zwischen 974 und 826 Tois. (zwischen Kobi und Stepan Zminda) fangen die minder schroffen, mit fruchtbarem Erdreich tiefer bedeckten, den Terek einschließenden Bergabhänge an, mit einem etwa 3 Fuß hohen Gebüsch von Birken und gemeinem Wachholder überzogen zu werden, ohne daß irgendwo eins von beiden hochstämmiger und vollwüchsiger vorkäme als in dieser niedergedrückten krüpplichten Form, daher man denn wohl berechtigt ist, diese Region als diejenige des Gebirgs anzusehen, bis zu welcher hinauf diese beiden Bäume im Allgemeinen vorzukommen pflegen, wenn nicht besondre Lokalumstände eine Ausnahme von dieser Regel bewirken. —

Auf diesem nämlichen Strich und zwar auf einer Höhe von 912 Tois. bemerkte ich die ersten Tannen (Pinus sylvestris) etwa 20 Fuß hoch, ohne alle Verkrüppelung, schlank und gerade, wie in ihrem natürlichsten Wachsthum, und nicht einzeln hie und da zerstreut, sondern in einem lichten Haine beisammen, auf der rechten Seite des Terek, dem Dorfe Dsion gegenüber, auf einer etwas erhabnen Ebne, von welcher aus sich einzelne Bäume bis über die nah stehenden Hügel hinanziehen. — Schon gleich am höchsten Punkt dieser Region, beim Dorf Kobi selbst, auf 947 Tois. beginnt Hippophaë rhamnoides, ein Strauch, der anfangs seltner, nachher immer häufiger das Ufer des Terek, und nur dieses, besonders wo es

bloß sandig und steinig ist, überzieht, es auch bis zum Verlauf des Terek in die Steppe hinein, begleitet, und den Bewohnern der nahe gelegenen Dörfer als Brennholz dient. — Außerdem bemerke ich als Pflanzen die ich erst in der bezeichneten Region fand: Aconitum anthora (die der flora taurico-caucasica neu ist), Astrantia tridentata, Erigeron acre, Trifolium trichocephalum und Delphinium speciosum alle in voller Blüthe. —

In der umliegenden Gegend des Dorfs Stepan Zminda unserm Standquartier im Gebirge, bei welchem der Terek in einer Höhe von 826 Tois. über der Meeresfläche vorbeifließt, sammelte ich in den letzten Tagen des Augusts und den ersten des Septembers, außer den meisten bisher genannten noch folgende Pflanzen: Silene angustifolia, Vicia cracca, Draba rigida an den Mauern der alten Kirche Zminda Zamaebba (heilige Zamaebba) Salvia spielmanniana, Ziziphora dasyantha, Sedum Telephium, Cuscuta europaea, Tanacetum vulgare und Astrantia heterophylla in voller Blüthe; Campanula sibirica, Rhinanthus orientalis, eine neue Varietät der Spiraea hypericifolia, Geranium radicatum, Astragalus subulatus, Papaver caucasicum, Arenaria heteromalla, die Sträucher Crataegus oxyacantha, Mespilus Cotoneaster und Berberis vulgaris; Senecio macrophyllus, Medicago glutinosa, Campa-

nula rapunculoides, Silene Armeria, Antirrhinum genistifolium β), Campanula saxifraga, Arenaria imbricata, Sedum involucratum, Campanula betonicaefolia, Anchusa rosea und Polygonum incanum, alle gegen das Ende ihrer Blüthezeit und zum Theil mit reifen Früchten.

In der Zone von 800 bis 450 Tois., d. i. von Stepan Zminda bis Lars, mußte, weil keine russischen Schanzen in derselben sich befanden, die botanische Untersuchung ganz unterbrochen werden; daher die Lücke in der bisher ununterbrochen fortgeführten Reise. — Aber bei Lars (458 Tois.) findet sich wieder ein hinlänglich befestigter Standpunkt, von welchem aus einige Exkursionen möglich sind; und hier fällt vorzüglich das Vorkommen aromatischer Kräuter auf. Sowohl ihr vollkommener Wuchs, als auch das Daseyn einiger derselben um Stepan Zminda berechtigt, den Anfang ihres vorzüglich häufigen Vorkommens wenigstens in der Höhe von 550 Tois. anzunehmen. Am häufigsten standen um Lars: Hyssopus angustifolius, Artemisia chamomillifolia, Salvia nemorosa, — verticillata, — Spielmanniana, — glutinosa, Teucrium orientale, — Chamaedrys, — Polium, — Thymus serpyllum, Ziziphora dasyantha und Heliotropium europaeum, die meisten von ihnen in der Blüthe; außerdem aber fanden sich hier: Sempervivum tectorum, Blitum virga-

tum, Scutellaria orientalis, Caucalis orientalis, Verbascum orientale, Stachys recta, Pyrethrum Parthenifolium und Agrostemma githago in voller Blüthe; Scrophularia variegata, — lucida, Campanula lamiifolia, Onosma stellatum β), Leonurus Marrubiastrum und Parnassia palustris am Ende ihrer Blüthezeit.

In der Region endlich, innerhalb 458 und 289 Tois., d. i. zwischen Lars und Wladikawkas, treten die Sträucher und Bäume häufiger und vollwüchsiger auf, als bisher; und gegen das Ende derselben findet man schon Birken, Erlen, Tannen, Eichen, Ulmen, Buchen, Cornus, Evonymus, Crataegus, Prunus, Mespilus, Pyrus und die strauchartigen Spiräen in dichten Gebüschen beisammen stehen; aber erst in der Nähe von Wladikawkas sieht man wahre Wälder, von großer Ausdehnung, aber nur mittlerer Höhe, und erst tiefer hinab, und auch da nur um die Flüsse herum, große Waldungen bilden. —

Der politische Zustand dieser letztgenannten Gegend verbietet jedem Fremden, auch dem Tollkühnen, diese Wälder und Gebüsche zu besuchen, die jeden Augenblick von räuberischen Eingebornen wimmeln, und aus denen selbst die in ihrer Mitte liegenden russischen Festungen keinen Baum anders als unter starker militairischer Bedeckung fällen lassen dürfen. Und so ist der ganze Weg von Lars (9 Werst unterhalb Stepan Zminda) bis Mosdok herunter selbst mit der hier

regelmäßigen Begleitung von mehr als 100 bewaffneten Soldaten, und wenigstens einer, jeden Augenblick zum Abfeuern fertigen Kanone, nicht immer ohne Gefahr zu machen, da man Beispiele hat, daß sogar diese Bedeckung von den Eingebornen angefallen und überwunden worden ist, wie es vor zwei Jahren der Fall war. — Unter solchen Umständen mußte ich denn wohl auch auf die kleinsten Exkursionen vom Wege ab, Verzicht leisten, und den Plan aufgeben, die Bestimmungen der Vegetationsgränzen in dem waldigten Theil des Gebirgs auf die Art durchzuführen, wie ich es bisher auf dem Grund und Boden des Fürsten Kasbek zu thun im Stande war. —

Mosdok macht vom Gebirge des Kasbek her den Eingang in die Steppe. Unter diesem Namen versteht man in hiesiger Gegend das ganze flache Land, welches sich von der Gebirgsseite betrachtet, jenseit der Flüsse Kuban, Malka und Terek befindet. Dieser Landstrich erhebt sich zwischen dem fast parallelen Austritt des Kuban und der Malka aus dem Gebirge am höchsten, weil zwischen diesen beiden Flüssen sich vom Gebirge her eine Hügelreihe tiefer herab ins flache Land erstreckt. Der höchste Punkt unter den, die Steppe in dieser Gegend gegen das Gebirge hin, schließenden Gränzfestungen ist die Schanze Nischnei Abasinsk; sie liegt 305 Tois. über der Oberfläche des schwarzen Meeres; von ihr aus senkt sich das Land ziemlich stark nach beiden Meeren hin, so daß wenn man eben diesen zwischen dem Kuban und der Malka gelegenen

Theil der Steppe ausnimmt, der ganze übrige Theil derselben, sich nicht um mehr als höchstens 100 Toif. über dem Meere erhebt. Diese geringe Abdachung gegen die beiden Meere hin, ist nur selten durch kleine Anhöhen unterbrochen, und ist also eigentlich für eine ununterbrochene Ebne, eine wahre Steppe anzusehen, welche auch in der auf ihr statthabenden Vegetation den dem Begriff von Steppe eigenthümlichen Charakter nur zu deutlich ausspricht. Sobald man nämlich die Ufer der genannten Flüsse auch nur um 100 Schritte verläßt, sieht man landeinwärts, so weit das Auge reicht, keinen Baum, selten eine Staude; dagegen aber an den Kräutern des vom austretenden Kuban und Terek jährlich zweimal überschwemmten Landstrichs die größte Ueppigkeit und Fülle der Vegetation. — Zu den durch ihre ganz ungewöhnliche Größe aus der niedern zum Theil dicht durchwebten Decke der übrigen Gewächse weit hervorragenden Pflanzen gehören: in den überschwemmten Gegenden Arundo Phragmites; mit ihm zusammen und auch an den trocknen Stellen: Arctium Lappa, Arctium Bardana, Sambucus ebulus, Dipsacus laciniatus, Euphorbia palustris, Inula Helenium, Scabiosa tartarica, Cichorium Intybus, Althaea cannabina, Lycopus exaltatus, Eupatorium cannabinum, Scabiosa gigantea, (Ledeb.) einige Arten Verbascum u. a. —

So die kaukasische Steppe in der Nähe der Flüsse.

Einen andern Charakter haben jene öden Sandwüsten andrer Gegenden des russischen Reichs, in denen kein austretender Fluß das Land bewässert, auch keine Berge die Feuchtigkeit der Atmosphäre aufnehmen und ihm zuführen, wo die Dürre des Bodens die Vegetation der Bäume wie die der Kräuter gleich stark unterdrückt.

Doch, dieser Contrast zwischen einer so üppigen Vegetation von der einen Seite, und dem gänzlichen Mangel derselben von Seiten der Bäume und Stauden, die sich doch durch Saamen von den Flüssen her in die Steppe hinein längst verbreitet haben könnten, ist allerdings auffallend und des Auflösens werth.

Da es dem Boden offenbar an Fruchtbarkeit zur Erhaltung jeder Art von Vegetation gar nicht gebricht, da der Samen zur Erzeugung ganzer Wälder von der Gebirgsseite her in hinreichender Menge zugeführt werden kann, und ohne Zweifel auch hingestreut wird, da selbst die meisten der hier vorhandenen Schanzen mit einer Reihe der hochstämmigsten Linden und Weiden umgeben sind, und auch die Gegend um Jekaterinodar mit beträchtlichen Baumpflanzungen versehen ist, da ferner das Klima ein der Vegetation höchst günstiges ist, — also das Hinderniß der Baumvegetation weder im Boden noch in der Luft liegt, — so muß ein andres Hinderniß zwischen Boden und Luft vorhanden seyn, welches das Fortkommen der Bäume so mächtig hindert; und dies kann nichts anders seyn als die eben beschriebne so überhand

nehmende Vegetation der mit einem einjährigen Stengel versehenen Pflanzen. — In jedem Frühjahr schießen diese von neuem mit solcher Kraft hervor, und breiten sich so schnell aus, daß jeder getriebene Saame eines Baums, der Jahre lang brauchte um nur die Höhe der mittelmäßigsten Kräuter zu erreichen, schon im zartesten Wachsthum erstickt werden muß, wenn es auch seinen Würzelchen gelungen seyn sollte, sich unter den wuchernden Wurzeln der übrigen Pflanzen hinlängliche Nahrung zu verschaffen. — Da, wo der Boden im Frühjahr durch diese mächtige Vegetation nicht so überrascht wird, und überhaupt nie zu dieser Ueppigkeit der Krautvegetation gelangt, da zeigen sich auch Gesträuche, wie z. B. einige niedre Weidenarten, Prunus spinosa, Rubus odoratus u. a. —

Nach dieser Aufstellung der von mir im Kaukasus gemachten botanischen Beobachtungen, die, wo es physiologische Eigenthümlichkeiten der Pflanzen gilt, durch die in meinem von dort mitgebrachten Herbario befindlichen Exemplare, zur Genüge belegt sind, fasse ich die allgemeinen, bisher nur einzeln aufgestellten Resultate derselben, kurz in Folgendem zusammen:

Die Pflanzen erleiden mit zunehmender Höhe ihres Standorts Veränderungen, sowohl im Bau ihrer einzelnen Theile, als auch in Hinsicht ihrer Erhebung vom Boden auf dem sie wachsen. — Die Veränderungen der einzelnen Theile in höhern Regionen, sind ein-

ander für diese Theile nicht gleich. Die Blüthen, mit allem was dazu gehört, bewahren in allen Regionen, wo die Pflanze überhaupt noch fortzukommen im Stande ist, ihre ganze Integrität. Die Blätter aber sind den größten Veränderungen durch das Klima unterworfen, indem sie immer kleiner, zuletzt unansehnlich und sogar unkenntlich werden; bei einigen Pflanzen mögen sie noch besondern Modificationen ihres Baues ausgesetzt seyn, wie z. B. die folia caulina integerrima der Scabiosa caucasica. — Die Wurzeln verändern ihre Gestalt nur in so fern als es den höhern Regionen an urbarer Erde gebricht, und sie den dort in geringerer Menge vorhandenen Nahrungsstoffen weiter nachgehen und sich daher vielleicht etwas mehr als gewöhnlich ausbreiten. Die Stengel sind, wenn gleich weniger als die Blätter, doch auch hinlänglich bemerkbaren Veränderungen ausgesetzt; am meisten leidet ihr Ueberzug, und zwar dieser ganz nach Art der Blätter; der Stengel selbst aber erhebt sich weniger hoch von der Erde, welches sowohl durch eine Verkürzung, als auch durch einen niederliegenden Wuchs desselben hervorgebracht wird.

Aus diesen Modificationen im Bau der Stengel durch höhere Regionen, geht unmittelbar die allgemeine Erscheinung hervor, daß die Vegetationsschicht, welche den Boden deckt, oder die Höhe welche die Pflanzen vom Boden aus erreichen, durchgängig mit zunehmender Höhe des Standorts immer kleiner wird; und dies ist nur Wirkung der Temperatur. Betrach-

ten wir diejenige Luftschicht in welcher die Vegetation auf der Erdoberfläche vor sich geht, so finden wir ihre Temperatur auf Bergen einer zwiefachen Bedingung unterworfen: einmal dem allgemeinen Gesetze der Wärmeabnahme auf der Höhe, zweitens der Mittheilung von Wärme durch die Oberfläche des Berges; beide wirken einander entgegen; aber die Wärmeabnahme der Luft mit der Höhe befolgt eine abnehmende Progression; die Erwärmung der Bergoberfläche ist constant, mithin muß, wegen der ununterbrochen statt habenden Entziehung dieser Wärme durch die Luft, die Temperatur des Bodens selbst, und mithin auch der durch ihn erwärmten Luft, eine abnehmende Progression befolgen. Da aber diese Mittheilung der Wärme zwischen Boden und Luft selbst wieder, wenigstens in der Nähe des Bodens, beinahe eine geometrisch abnehmende Progression befolgt, so ists klar, wie in größern Höhen, bei gleicher Entfernung vom Boden, die Temperatur der Luft um ein Bedeutendes geringer seyn muß, als in kleinern Höhen, daß die mittlere Temperatur der Luft, z. B. bei 3 Fuß über dem Boden, in einer gewissen Region so gering ist, daß sie keine Vegetation mehr gestattet, und daß diese Gränze der möglichen Vegetation über dem Boden, je höher am Berge hinauf, desto kleiner werden und eine mit der Oberfläche des Berges zusammenlaufende Linie bilden muß. — Da aber die Erhebung der Pflanzen über dem Boden nicht bloß durch die Temperatur der Luftschicht, welche ihre höchsten Theile er-

reichen, begränzt wird, sondern in der Tiefe alle Pflanzen, bei ziemlich verschiednen mittlern Temperaturen des Standorts, dennoch eine gleiche Höhe erreichen, so wird man diesen klimatischen Einfluß der Temperatur auf die Größe der Pflanzen erst in Regionen von einer gewissen Höhe wahrnehmen können, nämlich derjenigen Höhe bei welcher die Temperaturverminderung der Luft schon so groß ist, daß sie dem Wachsthum der höchsten Theile der Pflanzen Einhalt thut. — In Polargegenden, die sich nicht bedeutend über der Meeresfläche erheben, wo also nur der nachtheilige Einfluß der Temperatur, nicht aber der der abnehmenden Dichtigkeit der Luft auf die Vegetation sich äußert, findet man auch, daß die Stengel nur an Länge, gar nicht aber an Dicke abnehmen, und daß daher auch, die nur an Umfang, gleichfalls aber nicht an Dicke abnehmenden Blätter, den Stengel dichter besetzen, und der ganzen Pflanze ein zusammengedrängtes in Bezug auf den Stengel und die Blätter eher üppiges Ansehen geben. Da also, wo man die Retardation des Pflanzenlebens, durch die Annäherung zum Pol auf der Ebene, mit der durch die Entfernung von der Erdoberfläche auf Bergen erzeugten, vergleichen will, hat man diesen Umstand als wesentlich zu berücksichtigen, daß in jenem Fall nur die Abnahme der Temperatur, in diesem aber die Abnahme der Temperatur zugleich mit der der Dichtigkeit der Luft auf die Vegetation wirken. Dieser Einfluß der Temperatur, obgleich er allgemein ist, und durch eine allgemeine

Abnahme der Vegetationsschicht auf Bergen beobachtet wird, zeigt sich dennoch bei verschiednen Pflanzen auch in verschiednem Grade. — Er springt zunächst an der Baumvegetation in die Augen. Wir sehen die Wälder um Wladikawkas (289 Tois. hoch) doch wenigstens noch eine mittlere Höhe erreichen; aber bei Lars (458 Tois.) erreichen die Tannen, Buchen, Ulmen und Birken nur noch die Höhe der mit ihnen gemischten Gattungen Pyrus, Crataegus, Prunus, Cornus u. a., — endlich zwischen Stepan Zminda und Kobi, bei etwa 870 Tois. wachsen die Birken und Wachholder nicht höher als 3 Fuß. Die Tanne erhält sich am längsten in ihrem natürlichen Wuchs, indem sie bei 912 Tois. noch bis 20 Fuß hoch vorkommt. Die höchste Weide und der höchste Vogelkirschbaum die ich fand (zwischen 1200 und 1300 Tois.) waren schon nicht mehr als 6 Fuß hoch. So wie aber die Bäume allmählig zurücktreten, erscheinen die Gesträuche häufiger, und reichen zum Theil sehr hoch hinauf ehe sie eine merkliche Veränderung ihrer Höhe erleiden. Zwischen der unterhalb Wladikawkas am Terek und der bei Stepan Zminda am Terek stehenden Hippophaë rhamnoides war noch kein bedeutender Unterschied in der Größe zu bemerken; die Rosen und Spiräen um Stepan Zminda erreichen etwa ¾ von der ihnen gewöhnlichen mittlern Größe in der Ebne; das Rhododendron welches in der Gegend von Kobi (947 Tois.) noch bis 5 Fuß hoch wächst, erhebt sich zwischen 1300 und 1400 Tois., der höchsten Region in

welcher ich es noch fand, nicht über 2 Fuß von der Erde; mit ihm zugleich kommen in der letztgenannten Höhe die kleinen Sträucher Vaccinium und Rubus noch fast in ihrer gewöhnlichen Größe vor. — So lange die Gesträuche noch in voller Größe vegetiren, ist auch an den Kräutern kaum eine Veränderung ihres Wuchses zu bemerken. Erst in der Gegend von Stepan Zminda findet man an den Scabiosen und Centaureen daß sie nicht mehr ihre vollkommne Höhe erreichen, dahingegen hier sehr viele der übrigen Pflanzen ganz unverändert vorkommen. Die sonst 2½ Fuß hohe Centaurea ochroleuca kommt in der Gegend von Kobi (947 Tois.) nur noch ganz kriechend vor, und noch höher hinauf werden ihre Stengel bis auf 1 Fuß verkürzt. An den Gentianen bemerkt man eine Verkleinerung erst zwischen 1200 und 1300 Tois.; die Gentiana septemfida wächst zwischen 1400 und 1500 Tois. nur noch bis 4½ Zoll hoch. Campanula rupestris, welche bei 1278 Tois. noch die Größe von 4 Zoll erreicht, kam zwischen 1500 und 1600 Tois. nur noch 1½ Zoll hoch vor; in einer gleichen Höhe stand Campanula collina 3 Zoll hoch, dagegen sie bei 1274 Tois. noch 10 Zoll betrug; und innerhalb der ersten 70 Tois. unter der Schneegränze des Kasbek lebten die kaum ¾ Zoll langen Exemplare des Leontodon, die 2 Zoll hohen der Saxifraga granulata, und von Saxifraga cotyledon nur die Wurzelblätter. Weniger scheinen die Gräser durch das rauhere Klima in Hinsicht ihrer Größe zu leiden; Aira

humilis, Carex atrofusca und Polypogon vaginatus, welche auch schon 70 Tois. unter der Schneegränze vorkamen, wo keine der übrigen Pflanzen über 2 Zoll hoch wuchs, erreichten eine Höhe von 5 bis 6 Zoll; und zwischen 1500 und 1600 Tois. findet sich schon eine sehr vollständige Grasflur, während die Stengel aller übrigen hier noch etwa vorkommenden Pflanzen auf dem Boden darniederlagen. —

So läßt sich bei jeder Pflanze die Abnahme der Höhe ihres Wachsthums mit zunehmender Höhe ihres Standorts nachweisen; es zeigt sich aber auch zugleich daß diese Abnahme nicht bei allen Pflanzen gleich ist, sondern daß, während einige schon auf die geringstmögliche Größe zurückgekommen sind, andere in derselben Region nur so weit verkleinert sind, daß sie noch die dreifache Höhe jener erreichen, zum Beweis daß auch die Individualität jeder Pflanzengattung hier ihren Einfluß behauptet. —

Da wo die Schmälerung des Lebensprozesses für gewisse Pflanzen ihren höchsten Grad erreicht, verschwindet diese Pflanze ganz; und weil dieser klimatische Einfluß sich bei verschiedenen Pflanzen auch erst zu verschiedenen Höhen äußert, so ists natürlich daß einige Pflanzenarten früher, andere später verschwinden, und auf diese Art die s. g. Pflanzenregionen bilden. Soll nun die Höhe bestimmt werden, bis zu welcher eine Pflanze vorkommen kann, so hat man nur die Gränze der Modificationen aufzusuchen, welche sie durch den klimatischen Einfluß zu erleiden im Stande

ist; und da wo sie diese Gränze erreicht, kann man mit einiger Gewißheit auch die Gränze ihres Vorkommens annehmen. Aber auch nur mit einiger Gewißheit; denn theils ist der Grad der möglichen Verstümmelung einer Pflanze nicht so leicht aufzufinden, da er gewiß bei den einzelnen Pflanzen dem Grade und der Art nach sehr verschieden ist, theils giebts der verschiedenen Localitäten in einem Gebirge so viele, daß auch sie bedeutende Abweichungen hervorbringen können, wie wir es auch selbst nicht nur bei der Bestimmung der Pflanzenregionen des Kasbek, sondern noch vorzüglich bei dem Versuch bemerkt haben die Blüthezeit der Pflanzen in verschiedenen Regionen mit einander zu vergleichen, wo wir öfter eine Pflanze auf einer gewissen Höhe in voller Blüthe fanden, die über 100 Tois. höher hinauf schon fast reife Saamen trugen; nur ein ebner, gleichmäßiger, nicht in der Mitte einer großen Gebirgskette gelegener Bergabhang, wie etwa die Babugan in der Krym, ist zu diesen Untersuchungen geeignet. —

Wenn wir bei der Bestimmung der höchstmöglichen Gränze des Vorkommens einer Pflanze von jenen klimatischen Wirkungen auf dieselbe ausgehen, so werden wir gewiß den sichersten Weg zur Erreichung unseres Zwecks, zur Aufstellung der wahren Vegetationsstufen eines Gebirgs eingeschlagen haben; wir werden dann finden, wie diese Vegetationsstufen keine so scharf abgeschnittnen Gränzen bilden, sondern daß in jeder einzelnen Pflanze sich mit zunehmender Höhe ein

allmähliger Uebergang von dem vollständigern zum minder vollständigen Wuchs zeigt, da das Hinderniß ihrer Vegetation in keiner Höhe ein plötzliches Aufhören hat, sondern den regelmäßigsten Uebergang macht, und also auch in seinen Wirkungen keinen Sprung zurücklassen kann; — wir werden dann finden, daß sich die Regionenfolge mehr nach gewissen sogenannten natürlichen Familien der Pflanzen als nach einzelnen künstlich abgetheilten Geschlechtern und Arten auffinden und ordnen läßt, da jene s. g. natürlichen Classificationen der Pflanzen mehr als diese so genannte künstliche, auf die eigentlichen Bedingnisse der Vegetation, als z. B. Luft, Boden, Temperatur u. s. w. wenn nicht unmittelbar gegründet ist, doch auf sie hindeutet, — und wir werden es für Anomalieen, für Wirkungen des Zufalls halten müssen, wenn wir z. B. in einem Theil der Pyrenäen einige Arten der Gentianen eine Höhe von 1539 Tois. über der Meeresfläche, andre Arten aus demselben Geschlecht nur 410 Tois. erreichen, — einige Saxifragen bis 1744 Tois., andre nur bis 51 Tois. hinaufsteigen sehen, ohne daß doch im Bau dieser einzelnen Species ein so großer Unterschied obwalte; — wir werdens dem Zufall oder einer besondern Lokalität zuschreiben müssen, wenn man z. B. in Nordamerika unter dem 20sten Breitengrade eine Fichtenart noch bis 2000 Tois. über der Meeresfläche gefunden hat, während sie unter dem Aequator schon 200 Tois. tiefer gänzlich aufhörte, da nach der

Ord=

Ordnung der Dinge nothwendig das Gegentheil hätte statt finden müssen.

So ists also klar, wie in zunehmender Höhe nach und nach immer mehr Pflanzengeschlechter verschwinden müssen, weil die klimatischen Bedingnisse ihrer Vegetation immer abnehmen. Da aber, wo schon sehr viele Geschlechter verschwunden sind, hingegen andre noch durch die Beschaffenheit des Bodens und der Luft nicht minder als in der Tiefe begünstigt werden, da müssen diese stärker hervortreten, sich immer mehr ausbreiten, je weniger sie von andern gedrückt werden, und so eine eigentliche Region bilden, deren obere Gränze durch die zunehmenden Nachtheile des Klima, deren untere Gränze aber nur durch das Daseyn andrer Pflanzen und ihrer Ausübung gleicher Rechte auf Leben und Erhaltung bestimmt wird, — sonst ist gar kein Grund anzunehmen daß das Klima einer niedern Gegend das Fortkommen gewisser Pflanzen hindern sollte, da es in der Höhe ihre Ausbreitung so sehr hat begünstigen können. —

Nur in diesem Sinne ist in der botanischen Schilderung des Kaukasus der Name von Pflanzenregion gebraucht; — er deutet denjenigen Bergstrich an, dessen Klima schon einigen Pflanzengeschlechtern zu rauh, andern aber noch sehr günstig ist; und daher ein besonders starkes Ausbreiten der leztern bewirkt, so daß sie eine vollständige Region, d. i. eine Strecke bilden, in welcher sie, vor allen andern dort vorkommenden Pflanzen besonders häufig erscheinen. Eine solche Re-

gion hat eine obere und eine untere Gränze. Jene wird durch das Klima bestimmt, in so fern es mit zunehmender Höhe die Bedingungen der Vegetation schmälert; letztere entsteht nur allmählig indem von unten her andre Pflanzengeschlechter mit gleicher Ueppigkeit als die obern auftreten, sich unter jene mengen, und ihre Region allmählig verwischen. — So sehen wir die Kryptogamen durch die Gräser, diese durch das Heer der übrigen Kräuter, diese durch die Gesträuche, die Gesträuche durch die Bäume von unten her verdrängt, bis endlich in der Steppe auch sogar die Bäume, obgleich Riesen ihres Naturreichs, durch das Wuchern der Steppenpflanzen überwältigt und verdrängt werden. —

III.

Engelhardts geognostische Beobachtungen.

1.

Das Gebirge der Krym.

Vorrede.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen umfassen das ganze Gebirge der Krym, ohne deswegen eine geognostische Beschreibung desselben zu seyn, dazu kenne ich es nicht bis in seine kleinsten Theile genau genug, die Gegend zwischen Theodosia (Kaffa), Eski Krym und Sudagh, am wenigsten. Wer deswegen einiges Mißtrauen gegen die Zusammenstellung hegt, der halte sich an die Gesteinbeschreibungen und an die Angabe der Fundörter.

In der beigefügten Bergkarte, ist der Umriß des Landes, der Lauf der Flüsse, und ein Theil der Städte und Dörfer nach dem großen russischen Atlas in hundert Blättern (der Podrobeaja Karta) gezeichnet, mehrere Orte und alle Bergzüge sind nach eigenen Beobachtungen eingetragen. Da mir gute Vorarbeiten fehlten, und ich selbst keine Messungen anstellen konnte, ist die Karte weniger genau, als ich es wünsche, doch liefert sie ein deutliches Bild von der Gestalt des Gebirges.

Lage und Gestalt des krymischen Gebirges.

Das krymische Gebirge nimmt den südlichen Theil der Halbinsel ein. Etwa dreißig Werst breit, und hundert sechszig Werst lang, zieht es sich vom alten Chersones [der SW. Spitze Tauriens, zwischen Sewastopol und Balaklawa] nach NO. in die Gegend von Theodosia oder Kaffa. Zwei Bergrücken fallen hier zuerst ins Auge; der eine, nahe an der Seeküste, und mit ihr fast parallel, streicht von Balaklawa nach Kaffa;

der andere, über Bachtschisarai, Sympheropol und Karasubasar, mit diesem oft gleichlaufend, und von dort südlich nach Theodosia sich wendend, begränzt in N. und NO. das Gebirge, welches sich jenseits mit flachen Hügeln in die Steppe verläuft. Den Raum zwischen beiden, füllen abgerundete, meist bewaldete Berge, die mit abnehmender Höhe, den Bächen folgen, welche vom Südrücken herabkommen, und sich vor dem nördlichen in fünf Hauptflüsse, den Biuk-Useen, Belbek, Katscha, Alma und Salgier vereinigen, von denen dieser dem Siwasch, jene vier, westlich dem schwarzen Meer zufließen.

Der Bergrücken an der Küste ist der höchste Theil des Gebirges, er erhebt sich bis 790 Toisen über das Meer, an welchem er zuweilen jähe Wände bildet, meist aber drei bis fünf Werst vom Ufer entfernt, mit diesem parallel läuft. Dieser Bergzug ist von Balaklawa bis Aluschda zusammenhängend; dort trennen zwei Thäler, das eine auf der westlichen, das andere auf der östlichen Seite des Tschadyrdagh, diesen Berg von der Hauptkette, die nordöstlich mit der Demirdschi Jaila wieder beginnt, und sich ununterbrochen bis zu dem Bergpasse oberhalb Uskiut erstreckt, von hier nach Sudagh und Theodosia aber, in mehrere Zweige getheilt wird.

Der Rücken dieses Gebirgsscheiders ist überall abgeplattet, eine halbe bis eine Werst breit, verschiedentlich ausgetieft und durch Hügel oder Felsen erhöht. Die ganze, mit kräftigem Grase bewachsene

Fläche, wird von den Tartaren Jaila oder Alp genannt, die von Strecke zu Strecke nach den zunächst gelegenen Dörfern einen Beinamen erhält. Auch der Tschadyrdagh ist eine Jaila, und zwar die höchste. Von S W. nach N O. streichend, bildet sie einen wohl drei Werst langen, wallförmigen Berg, der an jedem Ende eine Erhöhung hat, von denen die nordöstliche 755,7 Toisen, und die südwestliche 790,3 Toisen über dem Meere erhaben ist. Der Fuß des Tschadyrdagh hängt durch niedrige Rücken, Fortsetzungen des Wasserscheiders, in N O. mit der Demirdschi Jaila, in S W. mit der Babugan Jaila zusammen, welche letztere 787,3 Tois. hoch ist, und sich allmählich nach Balaklawa hin erniedrigt, wie jene gegen Sudagh und Theodosia.

Ueberall ist das südliche Gehänge der Jaila, gleich unterhalb des Rückens, jäh, dann fällt es in abgerundeten Hügeln steil nach dem Meere zu ab, von dem sie nur ein schmaler Strand mit losem Gerölle, trennt. Die zackigen Felsen welche sich vom Wasserscheider bis dicht an die Küste ziehen, bilden hier Vorgebirge an deren schroffen Wänden das Meer sich bricht.

Von Balaklawa bis zur Babugan, und von der Demirdschi Jaila bis Sudagh, durchschneiden kurze und tiefe Thäler und Schluchten die Südseite des Gebirges; von Sudagh bis Theodosia aber, wo es sich verzweigt, finden sich offnere und größere Thäler. Die Bäche sind hier alle wasserarm, schwellen aber durch starke Regengüsse zuweilen zu reißenden Gießbächen an.

Das nördliche Gehänge der Jaila ist sanfter, es verliert sich in ein bergiges Land, dessen runde, bewaldete Höhen, von S. nach N. lange, flache Thäler einschließen und in der Gegend von Bachtschisarai, Sympheropol und Karasubasar, durch den nördlichen Bergrücken begränzt werden, der etwa ein Drittheil so hoch als die Hauptkette, wie diese in Süd jäh, in Nord sanft abfällt, wie den Gebirgsflüssen aber an mehreren Stellen durchbrochen ist, und Thäler mit schroffen Gehängen hat.

Ein Arm des Jailazuges, der zwischen den Flüssen Biük-Useen und Belbek, dem nördlichen Damme zuläuft, scheint diesen mit der Hauptkette zu vereinigen, und scheidet die S W. Spitze der Halbinsel, von dem übrigen Gebirge.

Felsarten des krymischen Gebirges.

Schieferthon. Trapp. Verschiedene Grünsteinarten. Dichter Kalkstein. Conglomerat mit Sandsteinschiefer. Kreideartiger Kalkstein. Schiefriger Mergelkalkstein. Gelblicher, sandiger Kalkstein. Muschelkalkstein.

Beschreibung der Felsarten und ihrer Lagerung.

Schieferthon.

Gestein. Ausgezeichnet; schwarz mit Glimmerschüppchen. Durch Einwirkung der Luft zerbröckelt er leicht in kleine Splitter, und wird an Flußufern, vom Wasser bespült, weich und thonigt.

Schichtung. Vollkommen dünnschiefrig, wechselt der Schieferthon in schwachen Schichten mit Trapp und Thoneisenstein, in mächtigern mit Grünstein. Die Neigung der Schichten gegen den Horizont ist im Allgemeinen N. W., allein wie der Schieferthon im Kleinen wellenförmig schiefrig ist, zeigt er im Großen oft wellenförmige Schichtung, und an solchen Stellen scheint er in N. O., in S. oder S. O. einzuschießen.

Lagerung. Der Schieferthon ist:

a) das Liegende oder die Unterlage aller Felsarten der Krym. Er findet sich als solche an der Küste am mächtigsten und ununterbrochen, von Kapsochor bis Aluschda, und zieht sich dann, mit ansehnlichen Grünstein- und Kalksteinlagern wechselnd, nach S. W., über Lambat, Parthenit, Jursuf, Derekoi, Awutka, Simäis, Siekenäis u. s. w. bis jenseits Pschatka wo er sich am Jailakalkstein auskeilt. Am östlichen Ende des Gebirges von Sudagh bis Kaffa, verläßt er die Küste, und kommt, mit andern Bildungen häufig wechselnd, tiefer im Lande vor. Außerdem findet sich der Schieferthon:

b) als Hangendes oder Oberlage des nördlichen Jaila-Abhanges. Er liegt selten unmittelbar auf dem dichten Kalkstein der Jaila; meist folgt auf diesem erst Conglomerat das mit Schieferthon wechselt, wie zwischen Jenisola und Uskiut; am nördlichen Fuße der Jaila von Usembasch und Stilä und an andern Orten. Nördlich über diesem Wechsel hinaus, wird der Schieferthon mächtig, und zieht sich bis nahe an den kreide-

artigen Kalkstein des Vorgebirges, hie und da Kalkstein- und Conglomeratlager enthaltend, wie bei Jenisola, Ajan, zwischen Airkoi und Fothsala aus ihm hervorragen.

Trapp.

Gestein. Der Name soll eine Felsart bezeichnen, die bald graulich-schwarz, bald dunkelgrünlich- oder bräunlich-grau ist, entweder dichten, splittrigen oder unebenen Bruch von feinem Korn hat, und nur da schiefrig ist, wo sie in Schieferthon übergeht. Der Trapp ist hart und halbhart. Er ähnelt theils dem Basalt, theils dem Harzer Hornfels, theils einem quarzigen Sandstein, oder einer sehr feinen Grauwacke. Diese Abänderungen welche sich zum Theil in einer und derselben Bank finden, entstehen dadurch, daß das Verhältniß der Gemengtheile sich ändert, und entweder Thon, Eisenoxyd oder Hornblende etwas deutlicher aus der Masse hervortreten, in welcher der Quarz stets vorwaltet.

Der Trapp geht vollkommen in Schieferthon über und dieser in ihn; auch zeigt er mit dem Grünstein in manchen Abänderungen eine nahe Verwandtschaft. Braunes Eisenoxyd überzieht immer die Oberfläche der Lager.

Schichtung und Lagerung. Nur da wo der Trapp in Schieferthon übergeht ist er unvollkommen geschichtet, sonst nicht. Er bildet Lager von verschiedener Mächtigkeit [von 2 bis 3 Zoll, bis zu eben so viel Fuß] im Schieferthon, mit dem er wechselt, und des-

sen Windungen er folgt. Wo diese vorkommen, finden sich oft Höhlungen im Trapp, deren innere Wände, so wie manche Schichtungsfläche, mit kleinen Bergkrystallen bekleidet sind; auch durchziehen Quarzadern das Gestein häufig.

Merkwürdig ist es daß der Trapp welcher dem Basalt gleicht, oft auch die säulenförmige Absonderung desselben hat, wie z. B. am Fuße der Demirdschi-Jaila, wo sich drei- fünf- und siebenseitige Säulen von sechs und zwölf Zoll Länge, und zwei bis drei Zoll Dicke, finden.

Der Trapp kommt überall vor wo sich der Schieferthon findet, am häufigsten auf dem südlichen Abfall des Gebirges, und hier am mächtigsten auf seiner nordöstlichen Hälfte von Aluschda bis Kapsochor.

Grünstein.

Gestein. Hornblende, Feldspath, der meist dicht ist, und Quarz, sind die Gemengtheile dieser Felsart, die häufig Kalkspath in kleinen Krystallen und Nester von Calcedon enthält. Der Grünstein ist entweder körnig, wie am Ajudagh bei Parthenit; zwischen Pschatka und Mühalatka, bei Alupka und Kok-kios, oder dicht, die Farbe von dunkel lauchgrün bis hell berggrün abwechselnd, bei Lambat; am Ajudagh; am Parthenitfelsen; bei Alupka. Dieser ähnelt zuweilen dem Serpentin, z. B. bei Alupka. Am Kastellberge zwischen Aluschda und Lambat, geht der Grünstein in

ein dichtes graulicheß Feldspathgestein über, in welchem die Hornblende porphyrartig eingesprengt ist.

Wo von diesen Abänderungen mehrere zusammen vorkommen, finden sich zwischen ihnen einige andere untergeordnete Steinbildungen, z. B. ein dunkelgrünlich schwarzes grobkörniges Gestein, deutlich aus Hornblende, Glimmer, Quarz und Feldspath zusammengesetzt; ein dichtes dunkelröthlich braunes, zuweilen rothgestreiftes Gestein; gelblich grau und roth geflammter Hornstein, thonige Jaspisarten, alle am Ajudagh.

Der Felsen bei Parthenit enthält vorzüglich viel Kalkspath- und Quarz-Nester, und in diesen, Kerne von Glanzkohle, zuweilen von der Größe einer Wallnuß.

Schichtung und Absonderung. Der Grünstein zeigt selten Schichtung, und wo sie sich findet, ist sie bloß schwach angedeutet; dagegen hat er eine sehr bestimmte Absonderung in unregelmäßigen Säulen, welche in kuglichte Massen zerfallen, die wieder von concentrischen Schalen umgeben sind. Letztere werden nur durch Verwitterung sichtbar, die den Grünstein in einen eisenschüssigen Sand verwandelt, die Hornblende vorzüglich angreift, und das Losblättern der Schalen veranlaßt, wodurch die Kerne des noch frischen Gesteins sichtbar werden. Man sieht dieses vorzüglich deutlich an den Felsen bei Parthenit, Lambat, und am Ajudagh. Die beiden erstern haben vorzüglich schalige Absonderung; sie sind auf ihren Scheiteln und an den Seiten

abgerundet, und scheinen aus großen gekrümmten Tafeln zusammengesetzt.

Lagerung. Der Grünstein liegt nur im Schieferthon; man sieht seine Einlagerung am deutlichsten vor Lambat, auf der Seite von Aluschda, am Ajudagh, und bei Pschatka, wo Grünsteinkuppen aus dem Schieferthon hervorstoßen.

Der Grünstein findet sich vorzüglich auf der Südseite des Gebirges und zwar nur auf der südwestlichen Hälfte, zwischen Aluschda und Pschatka, an den vorhin angeführten Orten. Nördlich von der Jailakette sieht man ihn an wenigen Stellen in unbedeutenden Massen, wie bei Sabla, Beschui, in der Gegend von Mangusch und Kok-kios.

Mandelstein.

Die Masse ist grünlich- und röthlich-grau, thonig und porös, sparsam mit Kalkspathmandeln gefüllt. Ich sah nur einen einzelnen Felsen östlich von Kuru-Useen, hart am Meere, wo er sich an den Schieferthon anlehnt; — ob er in ihm liegt, wurde nicht ausgemittelt.

Dichter Kalkstein.

Gestein. Graulich-weiß, schwärzlich- bläulich- und röthlich-grau, auch roth- und hellbraun. Die weißen, roth-grauen und braunen Abänderungen haben splittrigen Bruch, die übrigen theils unebnen von feinem Korn, theils erdigen; jene sind fester als diese, und

enthalten Kalkspath in Adern und Nestern; der dunkel schwärzlich-graue ist meist Stinkstein.

Schichtung. Sie ist ausgezeichnet deutlich, die Bänke meist ein paar Fuß stark, doch finden sich einige die völlig schiefrig sind. Die allgemeine Neigung derselben gegen den Horizont, ist in N. W. Eine Ausnahme von diesem Einschießen machen mehrere Kalksteinfelsen, zwischen Sudagh und Theodosia, die sich in N. O. senken. Der Winkel unter dem sich die Schichten neigen ist abwechselnd schwach und stark, etwa zwischen 10 und 25 Grad.

Lagerung. Der dichte Kalkstein liegt zwischen Schieferthon oder Conglomerat, theils in kleinen einzelnen Lagern, theils in einem großen und mächtigen, der sich als Wasserscheider unter dem Namen der Jaila längs der Küste hinzieht. Die kleinern Lager finden sich vorzüglich häufig am südlichen Fuße der Hauptkette, z. B. am südlichen Gehänge der Demirdschi-Jaila, der Karabe-Jaila, auf dem Wege von Uskiut nach Jenisola, oberhalb Derekoi, zwischen Aluschda und Lambat, vor und bei Jursuf, zwischen Jursuf und Derekoi, und von Autka längs dem Meere bis jenseits Mühalatka. Nicht so häufig sind solche einzelne Lager auf der Nordseite des Hauptrückens, wo sie mit Schieferthon wechseln, bei Jenisola, auf dem Wege nach Karasubasar, zwischen Akmetschet und Aluschda, z. B. bei Ajan. Das große Kalksteinlager der Jailakette, in dem Abschnitte von der Gestalt des Gebirges, seiner Erstreckung nach genau beschrieben,

liegt in der südwestlichen Hälfte von Balaklawa bis Aluschda, auf Schieferthon, mit welchem schwache Kalksteinschichten kurz vor der Auflagerung mehrere Male wechseln. In der nordöstlichen Hälfte liegt der Jailakalkstein auf Conglomerat, das vorher mit Schieferthon wechselt. In beiden Theilen der Jaila enthalten die untern Bänke des Kalksteins runde und eckige Stücke von Quarz, Schieferthon und Trapp, z. B. oberhalb Deremenkoi am Wege nach Kuusch, oberhalb Derekoi, bei Lambat, und fast in der Mitte des Kalksteinrückens der zwischen den Flüssen Belbek und Biuk-Useen nördlich von der Jaila ablenkt; im Passe von Uskiut, bei Kapsochor, an der Karabe- und Demirdschi Jaila. Das Hangende des Kalksteinlagers der Jaila ist in der südwestlichen Hälfte Conglomerat und Sandstein, in der nordöstlichen Schieferthon oder kreideartiger Kalkstein.

Conglomerat.

Gestein. Rundliche und eckige Stücke von Schieferthon, dichtem Kalkstein, Trapp und Quarz, den Felsarten ähnlich mit denen das Conglomerat bei gleichförmiger Lagerung mehrere Male wechselt, liegen in thonigem, quarzigem oder kalkhaltigem Bindemittel, welches aber oft gar nicht erkennbar ist. Die Farbe des Conglomerats ist meist grau, zuweilen braunroth, wie bei Uskiut und Kapsochor.

Schichtung. Die Bänke sind mehr oder minder mächtig, nach der Größe der Stücke die das Conglo-

merat zusammensetzen. Die Neigung gegen den Horizont ist beim Wechsel mit den andern Felsarten, diesen gleichförmig; in großen isolirtern Massen wird das Einschießen der obern Schichten oft unregelmäßig, und manche nähern sich der horizontalen Lage.

Lagerung. Das Conglomerat ist am mächtigsten auf dem südlichen Gebirgsabfall der nordöstlichen Hälfte, wo es, zwischen Theodosia und Sudagh, ansehnliche Berge bildet, die sich, mit dichtem Kalkstein wechselnd, von der Küste tief ins Land ziehen. Von Sudagh über Kapsochor zur Demirdschi-Jaila, bleibt das Conglomerat dicht unter dem steilen Rande der Jailafläche, und bildet an der Demirdschi die hohen Zacken und Klippen ihres Gipfels. Auf dem südlichen Abfall des südwestlichen Theils, zwischen Aluschda und Pschatka, finden sich nur schwache Spuren von Conglomerat, welches aber auf dem nördlichen Abfall der Jaila, von Balaklawa bis zum Tschadyrdagh mächtig ist. Im Hangenden und Liegenden des Jailarückens wechselt das Conglomerat mit dem dichten Kalkstein und mit Schieferthon, eben so an manchen Stellen in der Nähe des kreideartigen Kalksteins.

Das Conglomerat enthält oft Sandsteinschiefer in mächtigen Bänken, und geht durch ihn in den Schieferthon über.

Schiefriger Mergelkalkstein mit dichtem braunem Kalkstein.

Gestein. Graulich-weißer, oft thoniger Mergelkalkstein, und gelblich-brauner, gelbgefleckter dichter

Kalk-

Kalkstein, wechseln mit einander in den Bergen von Theodosia. Der braune Kalkstein enthält sehr viel Thoneisenstein in hohlen Kugeln, der Mergelkalkstein oft Lagen und Adern von faserigem Kalkstein und Schwerspath, welcher tafelartig krystallisirt ist.

Wo der braune Kalkstein dünnschiefrig wird, nimmt er Mergelkalk auf, und gleicht dann einem Conglomerate, weil er von ihm gleichsam durchflochten ist.

Schichtung. Der Mergelkalkstein ist schiefrig, der braune bildet Bänke von einigen Zoll bis drei Fuß Dicke. Die Schichtung ist sehr bestimmt, die Mächtigkeit beider Steinarten abwechselnd.

Lagerung. Die Berge zwischen Theodosia und dem Tokä-Thal, welche anfänglich aus dichtem braunem Kalkstein, weiter westlich meist aus Mergelkalk bestehen, haben nordöstliches Einschießen. In ihrem Liegenden findet sich im Tokä-Thal, ein Conglomeratrücken mit gleicher Schichtenneigung, und unter diesem wieder Mergelkalkstein, den man auch auf dem Wege nach Otus und bei diesem Dorfe antrifft, wo er mit Schieferthon zu wechseln scheint.

Gelblicher sandiger Kalkstein.

Er kommt an der nördlichen Begränzung des Schieferthons, unweit des kreideartigen Kalksteins vor, auf dem Wege von Eski-Sarai nach Akmetschet, bei Sabla, zwischen Karagatsch und Mangusch, wo

er überall isolirte Kuppen bildet, wahrscheinlich die Ausgehenden vom Lager im Schieferthon.

Kreideartiger Kalkstein.

Gestein und Schichtung. Die untern Lagen sind graulich-weiß, der Bruch ist im Kleinen erdig, im Großen dünnschiefrig, das Gestein ist weich und färbend wie Kreide. Oberhalb wird es gelblich weiß, fester, und hat oft splittrigen Bruch; es verwittert an der Oberfläche und erhält dann einen kreideartigen Ueberzug. Die untern Lagen sind vollkommen schiefrig, die obern bilden Bänke welche aus unförmlichen runden Massen zusammengesetzt sind. An tiefen Punkten ist das Einschießen N W., in höhern nähern sie sich der horizontalen Lage.

Lagerung. Der kreideartige Kalkstein zieht sich fast parallel mit der Jailakette von den Ufern des Biuk-Useen bei Tschorguna, bis in die Gegend jenseits Burunduk, eine Poststation auf dem Wege von Sympheropol nach Theodosia, etwa 45 Werst von dieser Stadt. Die Gränze zwischen diesem Kalkstein und dem Schieferthongebirge mit seinen untergeordneten Bildungen, läuft von Tschorguna über Schülü, Actodor, Olartschick, nach der Alma, zwischen Fothsala und Albat; von dort über Kermentschük, Mangusch, Sabla, Akmetschet, südlich von der Poststraße nach Karasubasar und Burunduk. Er liegt gleichförmig gelagert, bald auf Conglomerat, bald auf Schieferthon,

und bildet nach dieser Seite hin, jähe Felsenwände, die von den Flüssen durchbrochen sind.

Außer einigem Feuerstein, der vorzüglich über den höchsten Bänken, in einem braunen, eisenschüssigen und thonigen Sande, bei Karasubasar aber, in dem kreideartigen Kalkstein liegt, trifft man viel Versteinerungen in ihm an. Der weiche, kreideartige enthält Gryphiten und unbestimmbare Bivalven, bei Dschufut-Kale; der Erstere vorzüglich Nummuliten [Lamark], Austern, Echiniten, Kerne von großen gewundenen Schnecken, vielleicht Ceriten, und einige andere unbestimmbare Muschelfragmente.

Zu dem kreideartigen Kalkstein gehören noch zwei von ihm abweichende Gesteinbildungen, die ich nur an zwei Orten gefunden. Die eine, bei Tschorguna, unter dem gewöhnlichen weichen, kreideartigen, ist gelblich-weiß, dicht, hat schwarze Flecken, und bei ziemlicher Festigkeit einen feinsplittrigen Bruch; die andere, von grau-weißer Farbe, dichtem, ebenem Bruch, und fest, bildet Felsen auf dem Wege von Tschorguna nach Schülü.

Muschelkalkstein der Steppe.

Das Gestein ist meist gelb, seltener weiß; Härte und Festigkeit sind nach der Farbe verschieden; der weiße übertrifft in beiden Eigenschaften den gelben porösen. Jener ist dicht und enthält viel Versteinerungen, vorzüglich Kerne von Cardium; dieser ist fast

roogensteinartig, aus kleinen Kügelchen locker zusammengesetzt, und hat zuweilen unbestimmbare Muschelspuren.

Schichtung hat dieser Kalkstein, und wie es scheint in Bänken von ansehnlicher Dicke, die aber selten deutlich zu sehen sind, weil die Steppen in denen er liegt, nur von wenigen Thälern tief durchschnitten werden.

Lagerung. Der Muschelkalkstein füllt die ganze Steppe der Krym; er stößt hie und da in kleinen Hügeln aus ihr hervor und liegt am Fuße des Gebirges auf kreideartigem Kalkstein, zwischen Burunduk und Theodosia, und im Chersones, den er ganz einnimmt; auf Schieferthon, Conglomerat und dichtem Kalkstein, beim St. Georgs Kloster, so wie auf dem Wege von dort nach Balaklawa. Wo er am erstgenannten Orte auf Conglomerat ruht, befindet sich ein Lettenlager zwischen beiden, und der Muschelkalkstein zieht sich über das ältere Flötz hinweg, seine Vertiefungen ausfüllend. Er bleibt immer in niedrigerem Niveau als die ältern Felsarten des Gebirges.

Einzelne Fossilien-Bildungen des krymischen Gebirges.

1. Bergkrystall, in den Höhlungen und Klüften, auch auf der Oberfläche der Trapplager, in kleinen Krystallen.

2. Ein grünes, undeutlich krystallisirtes Fossil, vielleicht Epidot, im Grünstein des Ajudagh.

3. Kalkspath, in Nestern und Adern, auch in kleinen Krystallen, im Grünstein; stänglicht im dichten Kalkstein des Tschadyrdagh; faserig im Mergelkalkstein bei Theodosia; und auf dem Uebergangsgestein aus dem Schieferthon in Trapp, in dünnen Lagen.

4. Schwerspath, in kleinen tafelartigen Krystallen, gangartig im Mergelkalkstein bei Theodosia.

5. Bergseife [Keffe-Kill- oder Keffa-Erde]. Grünlich-grau, theils in unförmlichen stumpfeckigen Stücken, theils in Splitter und Schiefer zerbröckelnd, sehr weich, milde und fett; schäumt im Wasser wie Seife. Findet sich in einem Lager von einer Arschien Dicke zwischen kreideartigem Kalkstein im s. g. Seifenberge am Wege von Bachtschisarai nach Balaklawa, auch unweit Sabla, und unter dem steilen Kreideberge Akkaja bei Karasubasar. Diese Gruben waren während meiner Anwesenheit in der Krym, verlassen und nicht zu befahren, daher ich die Angabe ihrer Lagerung von Pallas entlehnt habe.

6. Alaun, im schwarzen Schieferthon häufig, doch wie es scheint, nirgends reichhaltig genug um mit Vortheil benutzt werden zu können.

7. Einige salzhaltige Efflorescenzen, an dem Schieferthon der Küste.

8. Glanzkohle. In rundlichen Stücken, zuweilen von der Größe einer Wallnuß, von Kalkspath oder Quarz umgeben, im Grünstein des Parthenitfelsens, und in schwachen Lagen im Schieferthon bei Schuma.

9. Schwefelkies; eingesprengt im Schieferthon bei Lambat und Parthenit, im Grünstein des Ajudagh, und in schwachen Lagen im Schieferthon von Schuma.

10. Thoneisenstein. In eigenen Schichten auf Trapplagern, wo er dünnschalig, feste Kerne von der Schieferthonmasse einhüllt; auch in hohlen Kugeln in dem Mergelkalkstein bei Theodosia. Wegen des starken Thongehalts nicht schmelzwürdig.

Zusammenstellung der Beobachtungen.

Das krymische Gebirge ist aus Schieferthon, Trapp, Grünstein, Conglomerat und Kalkstein zusammengesetzt, die häufig mit einander wechseln. Der Schieferthon herrscht, alle andere Felsarten sind, mit Ausnahme des kreideartigen Kalksteins und Muschelkalksteins, in ihm eingelagert, und ragen mit den Ausgehenden ihrer Bänke, als Kämme und Rücken aus dem Schiefer hervor; am höchsten und mächtigsten der dichte Kalkstein in der Jailakette, dann das Conglomerat, und zuletzt der Grünstein. Der Trapp bildet mit dem Schieferthon, die niedrigeren Berge.

Die Neigung aller dieser Schichten, ist im allgemeinen N W.; sie streichen also mit dem Gebirge in gleicher Richtung von S W. nach N O.; häufige Windungen in den Schiefern ändern aber das Einschießen oft in S O. und N O. um. Ein Grundgebirge ist nicht zu finden; die Felslager sind an der Küste, wo sie sich herausheben, abgebrochen, und überhaupt auf

der Südseite schroff, auf der nördlichen, wohin sie sich senken, sanfter abfallend.

Durch die Thäler welche den Tschadyrdagh von der Jailakette trennen, wird diese und das höhere Gebirge in zwei Hälften getheilt, die in ihrer Structur von einander abweichen.

Die Südwesthälfte hat, von der Küste gezählt:

<table>
<tr><td>1) Schieferthon mit Trapp; auf ihm
2) Grünstein, in großen Massen, welche einzelne Berge und Felsrücken bilden.
3) Schieferthon
4) Mächtige Lager von dichtem Kalkstein
5) Schwache Schieferlagen
6) Kalkstein mit Quarzgeschieben
7) Dichten Kalkstein in der Jaila. Jenseits auf ihm:</td><td>auf der Südseite des Jailarückens.</td></tr>
<tr><td>8) Sandsteinschiefer und Conglomerat, sehr mächtig, auch wohl mit Kalkstein wechselnd wie zwischen Baidar und Balaklawa sieben Mal, dann:
9) Schieferthon, hier und da mit kleinen Kalkstein-, Conglomerat- und Grünstein-Lagern wechselnd, und mit Kuppen des gelblich sandigen Kalksteins.
10) Kreideartigen Kalkstein.
11) Muschelkalkstein.</td><td>vom nördlichen Abhange des Jailarückens bis zum Fuße des Gebirges.</td></tr>
</table>

In der Nordosthälfte folgen gewöhnlich auf:

1) Schieferthon, der mit ansehnlichen Trapplagern bis dicht an die Jaila rückt: 2) Conglomerat, sehr mächtig 3) Dichter Kalkstein 4) Conglomerat mit Sandsteinschiefer, mächtig.	auf der Südseite des Jailarückens.
5) Kalkstein 6) Conglomerat 7) Kalkstein 8) Sandsteinschiefer und Schieferthon 9) Kalkstein, mächtig	in der Jaila.

10) Schieferthon, am nördlichen Abfall.
11) Dichter Kalkstein, sehr mächtig; oft bis in die Gegend des kreideartigen Kalksteins.

Auf der Südseite des Gebirges ist also, in der Südwesthälfte viel Grünstein und sehr wenig Conglomerat, und in der Nordosthälfte kein Grünstein und sehr große Massen von Conglomerat, dagegen fehlt dieses auf dem nördlichen Abfall der Nordosthälfte, und findet sich auf dem der südwestlichen.

Allein obgleich die angeführte Schichtenfolge die gewöhnlichste in jedem der beiden Gebirgstheile ist, so finden sich doch häufig Abweichungen, weil fast kein Lager durch die ganze Länge derselben sich erstreckt, sondern die meisten durch die, von der Jailakette auslaufenden Kalksteinrücken sich auskeilen, wie z. B. der

Grünstein, welcher gleich großen Knauern, im Schieferthon liegt, und von ihm durchflochten wird.

Die mit einander wechselnden Felsarten gehen in einander über; der Schieferthon in Trapp, und dieser in Grünstein; der Schieferthon in Sandschiefer und durch diesen in Conglomerat, das Conglomerat in dichten Kalkstein, dadurch daß dieser Geschiebe, jener Kalk als Bindemittel aufnimmt.

Die Uebergänge der erstgenannten Lager entstehen, wenn die Fossilien welche die Gemengtheile einer der Felsarten sind, sich in einem andern Verhältniß verbinden, als bisher; das eine, welches vorwaltete zurück=, und ein anderes an seine Stelle tritt, bis dadurch oder durch eine völlige Trennung der bisher vereinigten Theile neue Felsarten entstanden.

So sieht man bei der Entwickelung des Trapps aus dem Schieferthon, diesen mit zunehmendem Quarz, seine Weichheit, Zerbrechlichkeit und den schiefrigen Bruch allmählig verlieren, bis das anfänglich noch in Platten springende Gestein, sich endlich in keiner bestimmten Richtung spalten läßt, und der Trapp auftritt. Unter den Varietäten dieses giebt es einige die grünlich=grau und weniger quarzig sind; diese gehen in einen thonigten Grünstein über, dessen Varietäten alle auch mit einander in Verbindung stehen, weil bloß die Veränderungen in dem Verhältniß des Feldspaths zur Hornblende sie hervorbringen. Wo die in einer Felsart verbundenen Fossilien sich trennen, bilden sie

oft gesonderte Lagen, wie der Thoneisenstein auf dem Trapp welcher wenig Thon und Eisenoxyd aufnimmt. Der Kalk, im Schieferthon bemerkbar durch das Aufbrausen mit Salpetersäure, tritt gleich unter und über den Trapplagern, die ihn nicht aufnehmen, als Kalkspath heraus, der in Platten und Adern das Uebergangsgestein zwischen Schieferthon und Trapp durchzieht. Dieser der oft sehr quarzig ist, enthält auch viel Quarzadern und kleine Bergkrystalle. Die Kohle welche der färbende Stoff des Schieferthons und mehrerer Trapparten zu seyn scheint, tritt in einigen Grünstein-Varietäten nesterartig als Glanzkohle hervor.

Der Muschelkalkstein bildet nicht nur die Grundlage der krymischen Ebenen sondern auch der Steppen vom südlichen Dnestr bis zum Dnepr und Don. In der Krym hebt er sich unweit Balaklawa, zwischen Karasubasar und Theodosia an den ältern Felslagern heraus, und an der Küste von Kertsch nach Jenikale in spitzen Hügeln.

An Metallen ist das Gebirge der Krym arm. Nur wenig Eisen findet sich, als Schwefelkies, eingesprengt und in schwachen Lagen im Schieferthon und Grünstein; als Thoneisenstein auf dem Trapp und in dem mergelichten Kalkschiefer bei Kaffa, dieser ist wegen des großen Thongehalts nicht schmelzwürdig.

Spuren von Steinkohlen zeigen sich im Sand-

steinschiefer und im Schieferthon; und Glanzkohlen im Grünstein bei Parthenit. Ganze Lager wurden nicht gefunden, und wären sie vorhanden, dürften sie nicht sehr bauwürdig seyn, weil der Schieferthon so außerordentlich häufig mit Trapp wechselt, daß alle Schichten nur von geringer Mächtigkeit sind, und bei ihren vielen Windungen oft auskeilen.

Vergleichung des krymischen Gebirges mit andern Gegenden.

Die Beobachtungen welche jetzt mitgetheilt werden, sammelte ich gemeinschaftlich mit Hrn. Bergrath von Raumer, auf unsern mineralogischen Reisen in Frankreich und Deutschland. In den „geognostischen Fragmenten" meines Freundes, sind einige Untersuchungen angeführt, deren ich hier erwähne; diese Wiederholung wird man wegen der andern Beziehung in der es geschehen, nicht tadeln.

Anderthalb Stunden von Bingen, an der Nahe hinauf, trifft man Conglomerat an, das anfänglich grünlich-grau, nachher roth wird. Es erstreckt sich bis kurz vor Kreuznach, wo es fein, in größern Parthien weiß ist, und nur hie und da Geschiebe von dem Porphyr enthält, der bei der Saline jenseits der Stadt in ansehnlichen Felsen ansteht. Zwischen Kreuznach und Kirn, hält das rothe Con-

glomerat, mit gelblichem Sandstein wechselnd, auch wohl, wie vor Sobernheim mit eingelagertem, röthlich-grauem, dichtem Kalkstein, bis Martinstein an, dann treten Felsen eines hornblendartigen Gesteins aus ihm hervor, welches außer glasigem Feldspath und Schillerstein (wie uns die undeutlichen Krystalle schienen) Chalcedon in Nestern und Adern enthielt. Es verwittert stark zu einem gelblich braunen Sande, und löset sich an halb angegriffenen Stücken in gekrümmten Schalen ab, von denen kugelförmige Massen des frischen Gesteins eingeschlossen werden. Auf diesen Hornblendfelsen, folgt ein schwarzes dichtes Gestein, theils dem s. g. Hornfels zwischen der Baste und Goslar, theils dem schwarzen Pechstein bei Planitz im Erzgebirge, auch einigem Basalt ähnlich. Es ist nicht durch Verwitterung aufgelöset, und bildet schroffe Felsen, die an beiden Thalgehängen, aus dem rothen Conglomerat, aus gelblichem Sandsteinschiefer und aus graulich-schwarzem Schieferthon hervorragen.

Diese Felsart, die wir Trapp nennen wollen, hält bis Kirn an, wo seine Verwandtschaft mit dem ihn begleitenden Conglomerat und Schieferthon deutlich am dortigen Schloßberge erkannt wird. Indem man an der N.O. Seite desselben, von dem Ausgehenden der ältern Schichten zu den neuern hinaufsteigt, findet man:

1) rothes Conglomerat,

2) thonigte und quarzige Schieferlagen, von grünlich-grauer, rother und schwarzer Farbe,

3) thonigte und sandige Lagen von gelber Farbe, mit Poren voll braunen Eisenockers, braunen ringförmigen Zeichnungen und kleinen, weißen, steinmarkartigen Flecken,

4) Schieferthon wie No. 2.,

5) Grünstein in mächtigen Felsen. Er ist grünlichgrau, berg- und lauch-grün, bald thonigt, bald krystallinisch, enthält Adern, Nester, Mandeln und ganze dünne Lagen von Kalkspath, und geht durch zunehmende Festigkeit und dunklere Farbe in

6) Hornfels oder Trapp über. Dieser ist hier dem Basalt noch ähnlicher als bei Martinstein, da er selbst seine säulenförmige Absonderung, diese aber doch etwas unvollkommen nachahmt. Vom Basalt unterscheidet er sich überhaupt durch leichtere Zersprengbarkeit, mehr Härte, einigen Glanz auf dem Bruch, durchs Klingen in dünnen Stücken und endlich durch Adern und Mandeln von Chalcedon.

Alle diese Felsarten sind gleichförmig gelagert und durch Uebergänge mit einander verbunden. Das Martinsteiner Hornblendgestein fanden wir am südlichen Fuße des Schaumberges bei Tholey gleichförmig auf Schieferthon gelagert, und vollkommen in diesen übergehend. Parallele, dem Einschießen des

Schiefers conforme Reihen kuglichter Massen, die frischen Kerne des im Uebrigen verwitterten Hornblendgesteins, bezeichnen seine Schichtung. Höher am Berge wechselt es verschiedentlich mit Schieferthon, Röthel und schiefrigem Thonstein, der oft dem Bandjaspis ähnlich, nur minder hart ist. Auch der Grünstein des Kirner Schloßberges findet sich am Schaumberge, wo er, wie an jenem, in gelbliches, thonigtes Gestein, und aus diesem in lavendelblaues Steinmark sich verläuft.

Bei Ilefeld am Harz sieht man am Poppenberge, im Thal des Brandisbaches, eine schwarze dichte Felsart, und einen Grünstein, die mit einander verwandt zu seyn scheinen, und von denen jene dem Trapp oder Hornfels, und dieser dem Kirner Grünstein ähnlich ist. Der Ilefelder Mandelstein welcher auf Conglomerat ruht, geht in den Grünstein über.

Im Rhein- und Mosel-Departement, eine kleine Stunde oberhalb Kirn, liegt am rechten Ufer der Nahe, links vom Wege nach Oberstein, der Hachenfels. Er besteht aus Mandelstein mit braunrother Eisenthonmasse, und Kalkspathmandeln, die theils von Grünerde, theils von einer weißen steinmarkartigen Substanz überzogen werden. Auf der S. S. W. Seite des Felsens, tritt die Grünerde, in der sich Poren und Mandeln verlieren, in größern dichtern und festern Massen heraus, die sich nach

und nach in Thonstein verlaufen, und in ihm nur noch grünlich graue Flecken bilden.

Der Thonstein ist die lichterrothe, zum Theil wahre Eisenthonmasse des Mandelsteins. Er nimmt in seiner dünnen Schicht allmählig Geschiebe von Quarz auf, wird sandig, und geht so in ein vollkommenes Conglomerat über. In diesem verlieren sich weiterhin die Geschiebe, das Bindemittel tritt reiner heraus, als dunkelrother Schiefer von Eisenthonmasse mit grünlichen Flecken, und es folgt ein zweites, innig mit diesem Schiefer verwachsenes Mandelsteinlager.

Wie der untere Mandelstein in das auf ihm liegende Conglomerat übergeht durch Thonstein, so verbindet dieser auch den zweiten Mandelstein, mit dem ihn deckenden mächtigen Conglomerat; und alle Schichten haben ein gleichförmiges Einschießen; das Zusammengehören des Mandelsteins und Conglomerats ist also ausgemacht gewiß; dennoch finden sich in beiden Conglomerat-Lagern, und zwar in dem obern vorzüglich häufig und groß Stücke von Mandelstein, nicht nesterartig und mit dem Bindemittel verwachsen, sondern mit eigener Oberfläche, die sich von der innern Wand der Höhlung in welcher sie liegen, gleich fremdartigem Geschiebe, ablösen.

Bei Rothenburg an der Saale, liegen am Werdenberge, drei Lager eines bläulich- und röthlich-

grauen, splittrigen Kalksteins; er scheint an der Oberfläche, aus runden Stücken gleich Knollen zusammengesetzt.

Aehnlichkeiten.

Hornblendgestein, Grünstein und Trapp der Nahe-Gegenden sind den krymischen in mehreren Varietäten ähnlich, wechseln wie diese mit Schieferthon und Conglomerat, und gehen in beide über. Hier wie dort, verwittert das Hornblendgestein zu eisenschüssigem Sande, löset sich in gekrümmten Schalen ab, von denen runde Kerne des frischen Gesteins eingeschlossen werden. Am Kirner Schloßberge wie am Ajudagh und unterhalb Demirdschi, haben ähnliche Felsarten, eine ähnliche unvollkommen säulenförmige Absonderung. Kalkspath- und Chalcedon-Nester zeigen überall, selbst im dichten Gestein, die Neigung zur Mandelstein-Structur.

Derselbe Kalkstein welcher bei Sobernheim und Rothenburg kleine Lager im Conglomerat bildet, findet sich in der Krym, nur in größeren Massen; z. B. in der Jailakette.

So wie hier, kommen auch an der Nahe, rothes, graues Conglomerat und feiner Sandstein mit einander vor, und wie jenes in der Krym, außer Quarz, Bruchstücke und Geschiebe der Felsarten enthält, mit denen es wechselt, so treffen wir am Ha-

chen-

ebenfels Stücke des Mandelsteins im Conglomerat an, das in ihm eingelagert ist.

Das rothe Conglomerat mit seinen verschiedenen schiefrigen und derben Thonmassen, der Schieferthon und Sandstein der Nahe-Gegenden, sind dem Thüringer und Rothenburger Todtliegenden, vollkommen ähnlich; auch enthalten sie, wie dieses, Stinkstein, bituminösen Mergelschiefer und Steinkohlen.

Verschiedenheiten.

Sie finden sich in der Lagerungsfolge und in der Frequenz der Felsarten welche allen drei Gegenden gemein sind. In der Krym ist der Schieferthon weit häufiger als an der Nahe und in Thüringen. In der Krym und an der Nahe treten die krystallinischen Grünsteine, Hornblendgesteine und Trappe mächtig aus Schieferthon und Conglomerat heraus, in welchen sie sich anderswo selten finden. In allen drei Gegenden ist der Kalkstein verschieden vertheilt; in Thüringen kehrt er nach gewissen Unterbrechungen durch andere Felsarten, regelmäßig, mit bestimmt veränderten Gefüge, wieder; an der Nahe wechseln diese Thüringer Kalksteinarten, regellos, mit den übrigen Felsarten und in der Krym ist grade die Abänderung am mächtigsten und oft in Stinkstein übergehend, die in jenen beiden Gegenden, kleine untergeordnete Lager im Conglomerat des Todtlie-

genden bildet, und vom spätern Stinkstein getrennt ist. An der Nahe und in Thüringen ist vorzüglich häufig rothes, in der Krym braunes Eisenoxyd den Felsarten beigemengt und beigemischt; hier finden sich nur wenig Steinkohlen und Metalle, die dort so häufig sind.

2.

Das Gebirge des Terekthals.

Lauf und Gefälle des Terek, Formen seines Thals, von den Quellen bis Wladi-Kawkas.

Der Terek entspringt drei und zwanzig Werst N. W. von Kobi, fließt bis an diesen Ort südöstlich in der Streichungslinie des Gebirges und seiner Felslager, und nimmt dann, diese quer durchbrechend, seinen Lauf fast ganz nördlich bis Wladi-Kawkas.

Die Standpunkte unsers barometrischen Nivellements am Terek waren folgende:

Der erste, und höchste, etwa drei Werst oberhalb Rees, an der Vereinigung zweier Zuflüsse, die ungefähr 150 Toisen höher, längs einer steilen Schieferwand herabkommen.

Der zweite, bei Rees, innerhalb der Vereinigung des Terek mit einem aus S. W. kommenden Bache.

Der dritte, Abana gegenüber, zehn Werst unterhalb Rees am flachen Ufer des Flusses.

Der vierte, sieben Werst unterhalb Abana, auf einem Porphyrfelsen der bei Okrokana aus dem rech-

ten Thalgehänge herausrückt, und den Terek zu einer starken nördlichen Krümmung nöthigt.

Der fünfte, Kobi gegenüber, dicht am Terek, zehn Werst unterhalb Abana.

Der sechste, bei Stepan Zminda, im Bette des Terek, sechszehn Werst von Kobi.

Der siebente, bei Lars, im Bette des Terek, sechszehn Werst von Stepan Zminda;

und der achte bei Wladi-Kawkas, unterhalb der Brücke im Bette des Terek, fünf und zwanzig Werst von Lars.

Namen der Standpunkte.	Niveau jedes Standpunktes über dem schwarzen Meere.	Gefälle von Standpunkt zu Standpunkt.	Fall auf 100 Fuß Lauf, innerhalb jeder Station.	Neigungswinkel des Gerinnes in jeder Station.
1. Quellen.	1367 Toisen.			
2. Rees.	1132,5 —	234 Toisen.	14,2 Fuß.	9°
3. Abana.	1048,1 —	84 —	1,5 —	0,° 52′
4. Porphyrfelsen.	1116,4 —	}		
5. Kobi.	947,3 —	100 —	1,8 —	1°
6. Stepan Zminda.	825,9 —	121 —	1,4 —	0,° 50′
7. Lars.	458,2 —	367 —	4,2 —	2,° 25′
8. Wladi-Kawkas.	289,5 —	168 —	1,2 —	0,° 42′

Mit dem Gefälle, wechseln auch die Hauptformen des Thals; je stärker jenes, um so schroffer seine Gehänge, und um so enger seine Sohle im Verhältniß zu der Wassermasse des Flusses. Die Schlucht durch welche sich der Terek von seinen Quellen nach Rees hinunterstürzt, ist so tief eingeschnitten, daß sich in ihr [300 Toisen unter der Gränze des ewigen Winters] einzelne Schneemassen erhalten haben, die an drei Stellen den Fluß, gleich Gewölben, decken. Die felsigen Seiten sind schroff und ihre Trümmer füllen die Schlucht. Dasselbe sieht man an den übrigen Nebenflüssen. Von Rees bis jenseits Abana hat das Terekthal eine breite Sohle voll kleiner Gerölle; der Fluß ist anfänglich in mehrere Arme zertheilt, die sich bei Abana vereinigen; die Gehänge haben terrassenartige Absätze die abwechselnd bald sanft, bald felsig sind, sich in der Richtung der Thalsohle aber schwächer senken, daher diese beim ersten Anblick stärker anzusteigen scheint, als es wirklich geschieht.

An dem Porphyrfelsen, welcher bei Okrokana quer vors Thal tritt, sieht man deutlich wie der Fluß einst in höherem Niveau über ihn weggeflossen, denn von jenen Stuffen [bekanntlich Spuren des ehemaligen Bettes] treffen die obern den Rücken des Felsens, der theils mit großen Blöcken bedeckt, theils quer gefurcht ist, wodurch hier und da kleine Hügel ausgeschnitten worden; auch liegen, der höhere Berg, aus dessen Abhang dieser Porphyr heraustritt, wie der gegenüberstehende von dem ihn der

Terek trennt, innerhalb des Thalgehänges, und der Felsen erscheint zwischen ihnen als ein niedriger Damm. Die Seite desselben welche dem obern Thal entgegensteht, ist, wie die Berge welche es hier zunächst einschließen, abgebrochen, felsig und schroff. Wo der Fluß sich an dem nördlichen Ende des Felsens hindurchwindet, rücken seine Wände nahe zusammen, und das Gefälle ist wieder bedeutend größer als vorhin.

Unterhalb Okrokana, am Ausgange der Thalenge, ergießt sich vom nördlich gelegenen Kasbek herab, ein starker Fluß in den Terek, dessen Thal nach Kobi hin, ansehnlich breiter, aber eben so geformt ist wie von Rees nach Okrokana, weil er hier wie dort, gleich den Felsschichten, südöstlich streicht, dessen Gehänge daher [mit Ausnahme der Stellen wo sich der Fluß aus ihrem Liegenden ins Hangende wendet] zur Rechten etwas sanfter ansteigen als zur Linken.

Von Kobi nach Stepan Zminda erhält das Thal ein anderes Ansehn. Der Terek wendet sich plötzlich nach Norden, und fließt dicht an der linken oder westlichen Seite hin, die andere östliche tritt weit zurück, und bildet einen so großen Bogen, daß man von Kobi die Felswand bei Stepan Zminda sieht. Dieses Gehänge wird von mehreren weiten Nebenthälern durchschnitten, auf deren Jochen ein quer herüber laufender Felsenkranz den östlichen Rand der Weitung bezeichnet.

Der Boden ist mit großen und kleinen Trümmern bedeckt. Bei Stepan Zminda, wo der Terek sich auf die rechte Seite hinüberwindet, ist die östliche Felswand schroff und wie der Fluß gekrümmt, der sich hier, nachdem er von Westen den Dscheri aufgenommen, unter einem Winkel von 2,° 5,' in die tiefe enge und lange Schlucht nach Dariel und Lars hinabstürzt.

Von Lars nach Kaitukina an die steile östliche Seite sich drängend, durchfließt der Terek eine wohl sieben Werst lange Weitung, die, dem Flusse zur Linken, mit großen Conglomeratbergen [aus den Trümmern oberhalb sich findender Felsarten zusammengesetzt] erfüllt ist. Von dem Thonschiefer welcher zerstört worden, treten zuweilen einzelne Lager aus dem Gerülle hervor, und ein zackiger Rand dieser Felsart begränzt oberhalb das Conglomerat.

Jenseits Kaitukina verengt sich das Thal nochmals auf eine kurze Strecke; die hier zusammenrückenden Kalksteinwände sind schroff, dann folgt bei Balta noch eine kleine Weitung, gleichfalls auf der innern, westlichen Stromseite mit Trümmerhaufen erfüllt, und von Kalkstein eingeschlossen, der über ihnen hervorragt.

Obgleich die Felsen gleich unterhalb Balta wieder näher an den Fluß treten, behält das Thal doch noch eine ziemliche Breite die immer mehr zunimmt, bis man etwa sechs Werst vor Wladi-Kawkas, wie aus dem weiten Einschnitt eines hohen Walles in

die hüglichte Fläche tritt, wo das ehemalige breitere Bette des Terek nur schwach angedeutet, sein Ufer aber steil ist, im Gegensatze zum Gebirge, wo er [die Weitungen ausgenommen] kein Ufer, aber hohe Gehänge hat.

Felsarten des Terekthals und ihre Lagerfolge.

Die ganze Felsmasse am Terek vom nördlichen Fuße, bis zu dem Scheider des Gebirges, ist geschichtet, obgleich es einzelne Felslager giebt, die es an sich nicht sind.

Die Neigung der Schichten ist im Allgemeinen, Stunde 3 und 4 N. O. Sie stehen innerhalb des Gebirges fast auf dem Kopf, nach dem Fuße zu fallen sie flacher.

Wir beginnen mit dem ersten Felslager welches wir im Liegenden sahen, und gehen nach Norden ins Hangende.

1. Thonschiefer; am rechten Gehänge des Terekthals zwischen Kobi und Abana.
2. Dichter, schwarz-grauer, schiefriger Kalkstein; bei Kobi und nach Abana zu.
3. Porphyr
4. Thonschiefer
5. Porphyr
6. Thonschiefer
7. Porphyr
8. Thonschiefer

} von Kobi bis unterhalb Stepan Zminda.

9. Grünstein, dicht und porphyrartig
10. Hornblendschiefer
11. Schwarzes, dichtes Trappgestein

(9–11: Im Thonschiefer und mit ihm verschiedentlich wechselnd.)

12. Sienit-Granit, in schwachen Lagen mit Thonschiefer wechselnd
13. Thonschiefer
14. Sienit-Granit, in großen Massen
15. Thonschiefer
16. Gneus, ausgezeichnet, mit vielen Lagern von Hornblendschiefer, die ein und zwei, auch sechs bis acht Fuß mächtig sind. Der Gneus enthält oft große Adern und Nester von Hornblende.

(9–16: Zwischen Stepan Zminda und Dariel.)

17. Sienit-Granit
18. Porphyrartiger Grünstein

(17–18: Bis unterhalb Dariel.)

19. Thonschiefer mit Grünstein, bis Lars ununterbrochen, von dort bis Kaitukina in einzelnen abgebrochenen Felsen anstehend.
20. Dichter, grauer, brauner und schwarzer Kalkstein, der meist Stinkstein ist. Beginnt unterhalb Kaitukina und erstreckt sich der Breite nach bis an den Fuß des Gebirges.

Alle diese Felsarten sind gleichförmig gelagert. Außer ihnen finden sich noch einige, bloß in den Thalweitungen abweichend an und auf den andern Felsbildungen abgesetzt; es sind folgende:

1. Thonporphyr mit Trümmern des Lagerporphyrs. In dem Bassin von Stepan Zminda.
2. Porphyr-Conglomerat und Gerülle, ebendaselbst.
3. Sandstein und feines Conglomerat, ebendaselbst.
4. Graues Conglomerat voll großer Blöcke aus den Bergen des Durchbruchs bei Dariel, und Gerülle aus der obern Thalweitung zwischen Lars und Kaitukina.
5. Dasselbe Conglomerat, mit kleinen Felstrümmern und Geschieben von Porphyr-Grünstein und dichtem Kalkstein bei Balta.

Thonschiefer.

Gestein. Theils schwarz, mit vollkommen gradschiefrigem Bruch, in Tafeln und Platten springend; theils schwärzlich-, grünlich-, gelblich-grau, die letzte Farbenvarietät schwach halb-metallisch und seidenartig glänzend; der Bruch ist meist unregelmäßig krummschiefrig, oft sehr stark gewunden.

Die grauen Abänderungen enthalten viel Schwefelkies, porphyrartig, in cubischen Krystallen eingewachsen; einiger schwarzer Schiefer ist stark zerfressen, von Schwefel und haarförmigen Alaunkrystallen ganz durchzogen.

Schichtung und Lagerung. Der schwarze Thonschiefer mit geradschiefrigem Bruch, ist deutlich geschichtet, und hat bestimmtes Einschießen Stunde

3 und 4 N. O.; selten kommen Windungen in ihm vor. Er findet sich mit den Grünsteinen und dem Sienit-Granit abwechselnd, zwischen Stepan Zminda und Dariel, auch weiter nördlich nach Lars. Die grauen Varietäten sind bei ihrem unregelmäßig krumm-schiefrigen Bruch auch im Großen verschiedenartig gewunden, daher ihr Einschießen unregelmäßig, N. W., S. W. und S. O. Bei Beobachtung des allgemeinen Streichens derselben, erkennt man aber die nordöstliche Neigung für die herrschende. Die Windungen finden sich zwischen Kobi und Stepan Zminda.

Der von Alaun und Schwefel durchdrungene, sehr zerrüttete Thonschiefer bildet bei Abana einen ansehnlichen Hügel. Schwefelkies-Krystalle kommen am häufigsten in den Schiefern bei Stepan Zminda und oberhalb Gergetti vor. Bergkrystalle, theils weiß, durchsichtig und von ansehnlicher Größe, theils wein- und ockergelb, liegen zwischen schiefrigem Grünstein und Thonschiefer, nahe unter der Gränze des ewigen Schnees, an dem hohen und steilen Rande des rechten Thalgehänges nordöstlich von Stepan Zminda. Die Bergkrystalle schienen die Höhlung eines Quarzlagers drusenartig auszukleiden; Gewißheit konnte ich nicht erlangen, weil der Schiefer viel Windungen macht, und die Stelle, durch das Graben nach Krystallen sehr unkenntlich geworden ist.

Der Thonschiefer bildet die Hauptmasse des Gebirges längs dem Terek, vom Wasserscheider bis zu

dem Kalkstein, an seinem nördlichen Fuße. Die übrigen Felsarten sind, mit Ausnahme der in den Weitungen abgesetzten neuern Bildungen, in ihm eingelagert. Den ersten Thonschiefer im Liegenden, hatten wir am rechten Gehänge des obern Terekthals zwischen Kobi und Abana, den letzten im Hangenden bei Kaitukina; die ganze Mächtigkeit beträgt, die Krümmung des Weges abgerechnet, etwa dreißig Werst.

Schiefriger Kalkstein.

Gestein. Es ist graulich=schwarz, gerad= und unvollkommen schiefrig im Hauptbruch, splittrig im Querbruch, die Ablösungsflächen der Schichten sind mit einer schwachen graulich=weißen Kruste überzogen.

Schichtung und Lagerung. Der Kalkstein ist vollkommen geschichtet, aus wenig Zoll starken Platten zusammengesetzt. Er findet sich gleich hinter Kobi in ansehnlichen Bergen, hat nordöstliches Einschießen St. 4½, bildet anfänglich das rechte Gehänge des Terekthals, nach Abana zu, setzt dann quer hinüber, ins linke Gehänge, und verliert sich dort, in den Gebirgen desselben. Die Bäche welche bei Abana aus dem linken Gehänge, also aus dem Liegenden des Kalksteins kommen, führten sehr viel aufgelösten Kalk mit, den sie als weißen Sinter in wellenförmigen Schaalen auf der Thalsohle abgesetzt haben.

Porphyr.

Gesteln. Die Hauptmasse ist gewöhnlich braunroth, oft mit bläulich=grau gemischt, geht dadurch ins Lavendelblau und in reines Blaugrau über; durch eine Beimischung von Schwarz entsteht schwärzlich=brauner, bräunlich=schwarzer und rein dunkelschwarzer Porphyr. Diese Farbenvarietäten finden sich oft in ein und derselben Felsmasse beisammen, und bei einer jeden ist auch das Gefüge des Gesteins, die Frequenz der Feldspath=Krystalle und der übrigen Fossilien, so wie die äußere Form der Felsen verschieden.

a) der braunrothe Porphyr, am wenigsten dicht, hat eine Masse von quarzigem Eisenthon. Krystalle von weißem, glasigem Feldspath, wenig brauner Glimmer in tafelartigen Krystallen, zuweilen etwas Quarz, und ein grünes Fossil sind in ihm eingewachsen. Diese Varietät bildet massige, und rundliche Felsen, ohne Schichtung und Absonderung. Durch die Verwitterung wird er anfänglich weicher und lokkerer, dann zerfällt er theils zu Sand, theils wird er thonigt.

b) Der lavendelblaue Porphyr enthält mehr Krystalle von glasigem Feldspath, wenig Glimmer, einige Hornblendkrystalle, und ist dichter als die vorige Varietät.

In dem Uebergangsgestein aus dem lavendelblauen in den blaugrauen Porphyr, nehmen die Feldspath=Krystalle ab, das grüne Fossil findet sich

öfter

öfter in Nestern und kleinen unbestimmbaren Krystallen ein, und die Masse wird fester.

Sowohl der rothgraue, wie auch der lavendelblaue Porphyr hat plattenförmige Absonderung, die an zusammengestürzten Felsen sichtbar wird.

c) Die blaugraue Varietät hat dichten unebenen Bruch im Großen, splittrigen im Kleinen, und ist schwerer zersprengbar als die vorigen. Der Quarz und das grüne Fossil sind in ihm häufiger, der Glimmer fehlt und der glasige Feldspath hat größere Krystalle.

d) Der schwärzlich-braune und schwarze Porphyr ist fester und härter als alle die andern Varietäten, giebt am Stahl Feuer, hat einen schwachen Glanz auf dem theils ebenen, theils unebenen Bruche und enthält fast nur glasigen Feldspath, porphyrartig eingesprengt.

Durch seine säulenförmige Absonderung und schwarze Farbe, hat dieser Porphyr einige Aehnlichkeit mit dem Basalt, weicht aber durch die Beschaffenheit seines Gesteins wesentlich von ihm ab. Auch ist die Säulenform des Porphyrs weniger bestimmt, als die des Basalts; sie hält in der Vollkommenheit das Mittel zwischen diesem und dem Porphyrschiefer. Die Säulen stehen aufrecht, ragen aus rundlichen und plattenförmigen Massen der andern Porphyre hervor, und verlaufen sich oberhalb wieder in diese; so bilden sie den Rand einiger Felsenwände; ganz freistehend sah ich keine.

Von den Varietäten b, c und d fand ich nur die erste zuweilen von der Verwitterung ein wenig angegriffen, die andern aber ganz unverändert und frisch.

Lagerung. Der Porphyr bildet Lager im Thonschiefer, und findet sich zwischen Kobi und Stepan Zminda. Das erste Lager setzt bei Kobi, im Hangenden des schwarzen schiefrigen Kalksteins auf; es ist fast in der Richtung seines Streichens vom Terek durchschnitten, der von Abana herabkömmt, daher man von seinem Liegenden nur noch an dem Felsen, der bei Okrokana aus dem rechten Gehänge quer ins Thal tritt, einen Ueberrest findet; das Hangende, Kobi gegenüber am linken Gehänge ist eine Felswand, oberhalb in Säulen gespalten. Durch des Tereks Richtung in N. wird dieses Lager quer durchbrochen, und man behält es mehrere Werst zu beiden Seiten des Flusses; dann folgt Thonschiefer bis Stepan Zminda. Hier setzt an dem linken Gehänge des Tereks ein zweites mächtiges Lager auf, zieht sich an der Nordseite des Dscheri-Flusses hinauf nach dem hohen Schneeberge des Kasbek hin, der ganz aus diesem Porphyr besteht. Das Lager ist von diesem Flusse zum Theil in der Richtung des Streichens durchschnitten, so daß der Schieferberg an welchem Gergetti und die Kirche Zminda Zamoba liegen, das rechte Gehänge, der nördlich gegenüberstehende Porphyr, der gleichfalls am obern Rande Säulen hat, das linke bildet.

Der Schiefer im Liegenden ist aber sehr gewunden, und größtentheils begraset; es ist hier nicht aus-

zumitteln, ob er unter den Porphyr einschießt, auch kann er nicht in S. O. verfolgt werden, weil diese Seite der Weitung sehr zerrissen ist; man sieht hier nur in dem Thal des Dsno=Don Porphyrfelsen, die in der Streichungslinie zu liegen scheinen; die Behauptung daß dieser Porphyr ein Lager im Thonschiefer sey, hätte demnach wenig für sich, sähen wir nicht am Kasbek, dort wo das eisenhaltige Sauerwasser entspringt, das hier unter dem Namen der warmen Quelle bekannt ist, Thonschiefer, Grünstein, Grünsteinschiefer und Hornblendschiefer hoch am nordöstlichen Abhange des Berges, und von feinem Porphyr abfallend, so wie unterhalb Stepan Zminda im Terekthal selbst, den Schiefer auf Porphyr gelagert. Ferner hebt sich in dem Thal des Dscheri, auf dem Wege zum Kasbek, ein Thonschieferrücken heraus, der vom Flusse mit dem aufgelagerten Porphyr in der Streichungslinie durchschnitten ist, so daß beide Felsarten sich sowohl an der südlichen als nördlichen Seite finden, an dieser aber, welcher die Schiefer zufallen, weit niedriger als an jener.

Zwei kleinere Lager liegen unterhalb Stepan Zminda im Thonschiefer, auch bei ihnen kann man nicht ausmitteln ob sie südöstlich fortsetzen, denn man sieht sie nur an dem linken Gehänge, wo sie aber deutlich eingelagert sind.

Ich bin bei der Beschreibung der Porphyrlager deswegen so umständlich gewesen, weil die Untersuchung wegen der Unregelmäßigkeiten in der Schichtung

des Schiefers, wegen der Zertrümmerungen der Thalgehänge und wegen mehrerer neuerer Bildungen die an ihnen abgesetzt sind, schwierig ist; und weil ich meine Beobachtungen gern von Mineralogen die vielleicht nach mir diese Gegend bereisen, geprüft und durch Excursionen in Seitenthäler, die ich nicht besuchen konnte, erweitert sähe. So sehr ich bemüht gewesen bin, diesen Theil des Kaukasus genau kennen zu lernen, befriedigen mich doch meine Untersuchungen nicht, und eine umfassendere, gründliche Kenntniß der Gebirgsmassen an beiden Seiten des Terek, würden vielleicht manche meiner Zweifel heben, manche Ansicht berichtigen.

Grünstein. Grünsteinschiefer. Hornblendschiefer. Grünlich-schwarzes Trappgestein. Jaspisartiger Grünstein.

Gestein. Die graulich-schwarze Farbe des Thonschiefers verwandelt sich oft in raben-schwarz, schwärzlich-grün und dunkel-lauchgrün. Der schiefrige Bruch verliert seine Vollkommenheit, ist auch wohl gar nicht mehr zu erkennen, und wird feinkörnig oder erdig, der Thonschiefer geht in Grünstein über. Nehmen die Schiefer zugleich mit jener Verwandlung, an Härte zu, wird der Querbruch splittrig, zeigt sich einige Durchscheinenheit an den Kanten, und ist in der ganzen Masse der dichte Feldspath mit Hornblende verbunden, tritt auch wohl in Streifen heraus, so entsteht der Grünsteinschiefer. — Eine Varietät des-

selben ist krumm- und dickschiefrig, blaß lauchgrün, fühlt sich fettig und talkartig an. Tritt der dichte Feldspath aus ihm hervor, so erscheint das Gestein im Querbruch körnig, weil die gekrümmten Schieferblättchen den Feldspath durchflechten.

Aus dem Grünsteinschiefer oder aus dem Thonschiefer selbst, findet wieder ein Uebergang in das schwärzlich-grüne Trappgestein statt, das weiße Adern von Feldspath, seltner von Quarz enthält. Es erscheint auch wohl ohne alle Verbindung mit den Felsarten im Hangenden oder Liegenden. In dem Hornblendschiefer erkennt man deutlich den Uebergang aus dem Grünstein, durch reineres Heraustreten der Hornblende, deren beigemengtem Glimmer ihr unvollkommen schiefriges Gefüge zuzuschreiben ist, denn er findet sich vorzüglich auf den Flächen des schiefrigen Bruchs. Der jaspisartige Grünstein ist pistaziengrün, theils feinkörnig, theils dicht, und hat Adern von rothem Jaspis und weißem Kalkspath.

Lagerung. Alle diese Felsarten kommen theils gleichförmig gelagert, theils in großen Knauern, im Thonschiefer vor; auf diese Weise vorzüglich der Grünstein, auf jene, alle übrigen.

Das Trappgestein mit weißen Adern, das jaspisartige Gestein mit rothen und weißen Adern, Grünsteinschiefer und Grünstein, finden sich zwischen Stepan Zminda und Dariel. Den talkartigen Grünsteinschiefer, den Hornblendschiefer und gemeinen Grünstein sah ich am nordöstlichen Abhange des Kasbek, an dem

linken Gehänge des Gletscherthals, in welches das Sauerwasser sich ergießt. Der Grünstein kommt außerdem häufig im Thonschiefer vor, und der Hornblendschiefer im Gneuse, als Lager und in Nestern.

Gneus. Sienit-Granit. Porphyrartiger Grünstein.

Gestein. Der Gneus ist aus weißem Feldspath, vielem tombackbraunem Glimmer, wenig Hornblende und Quarz, zusammengesetzt; er ist grobflaserig und frisch. Die Hornblende häuft sich in ihm zuweilen an, und bildet Nester oder Lager von einem Fuß bis anderthalb Faden Mächtigkeit.

Der Sienit-Granit; ein körniges Gefüge von gelblich weißem späthigem, und grünlich-weißem dichtem Feldspath, wenig graulich-weißem Quarz, tombackbraunem Glimmer und grünlich-schwarzen Hornblendkrystallen, ist ungeschichtet, läßt sich aber in der Richtung des Einschießens der Lager leichter spalten. Glimmer und Hornblende finden sich zuweilen in gleicher Menge, zuweilen diese häufiger als jener, da das Gestein dann bald dem vollkommenen Sienit, bald dem vollkommenen Granit ähnlicher ist.

Der porphyrartige Grünstein enthält grünlich-weißen, dichten Feldspath, viel Hornblende, wenig Glimmer; ist ungeschichtet, körnig und frisch.

Lagerung. Die drei Felsarten liegen zwischen Stepan Zminda und Dariel, gleichförmig im Thon-

schiefer gelagert. Diesem, den Grünsteinen, dem Trapp u. s. w. folgt im Hangenden, zuerst in schmalen Bänken, mit Thonschiefer wechselnd Sienit-Granit, der weiter in Nord mächtiger wird; dann erscheint Gneus mit Lagern und Nestern von Hornblendschiefer und Grünstein, auf ihm Sienit-Granit in großen Massen, und endlich porphyrartiger Grünstein, dem der Thonschiefer folgt. Das Terekthal hat diese Felslager quer durchbrochen, man sieht sie deutlich aufeinander geschichtet, bald in einander übergehend, bald scharf getrennt. Die vorhin angegebene Folge der Felsarten ist die allgemeine, sie wechseln aber auch häufiger unter sich, und statt des Thonschiefers liegen zuweilen Grünsteinbildungen zwischen ihnen.

Kalkstein.

Gestein. Graulich-schwarz, braun-grau, und graulich-weiß, dicht, mit unebenem und splittrigem, selten erdigem Bruch; zuweilen etwas späthig und dann in kleinen Pünktchen glänzend, sonst matt; auf den Schichtungsflächen und an den Wänden des Thalgehänges mit feinkörnigem Kalkspath, öfter mit einer weißen tuffartigen Kruste überzogen. Die Abänderung mit dunkler Farbe, ist Stinkstein, die übrigen gleichen dem dichten Kalkstein der Jailakette des krymischen Gebirges.

Schichtung. Lagerung. Dieser Kalkstein ist deutlich geschichtet, seine Bänke sind von geringer Mächtigkeit, zuweilen dickschiefrig, ihre Neigung ist im Ganzen St. 3., N. O. wie der Schiefer in seinem Liegenden. Der Kalkstein beginnt zwischen Kaitukina und Balta und hält etwa zehn Werst breit, bis vier Werst oberhalb Wladikawkas an, wo sich die Berge verflächen.

Die Auflagerung auf dem Thonschiefer, sah ich am Terek nicht, wohl aber am Assai, unweit des Einganges in das Thal der Galga-Inguschen, wo er gleichförmig auf eisenschüssigem, sandsteinartigem Kalkstein, so wie dieser auf Urthonschiefer liegt.

Thonstein. Sandstein. Bimsteinartiges Gestein. Porphyr-Conglomerat.

Sie finden sich alle zwischen Kobi und Stepan Zminda, an den Gehängen und auf der Thalsohle des Terek-Bassins, und einiger seiner Seitenthäler, dort abgesetzt, wo nach Anzeige der Thalformen ehemals bei höherem Niveau des Flusses, dessen innerer Bogen oder die geringere Strömung war; z. B. bei Arscha, auf dem linken Terekufer; in dem Thal des Dscheri; innerhalb der Vereinigung dieses Flusses mit dem Terek.

Der Thonstein ist roth, grau, graulich-weiß, sandig oder thonig und enthält meist Bruchstücke von

dem Lagerporphyr. Er liegt in Bänken geschichtet, abweichend auf Thonschiefer, und wird bei Arscha zu Werkstücken gebrochen.

Der Sandstein kommt mit dem Thonstein, und auch für sich vor, er gleicht zuweilen dem feinen Conglomerat des Todtliegenden, und ist bald lose und zerreiblich, bald so fest daß er Felsen bildet; oft enthält er Porphyrtrümmer. Im Thal des Dscheri in ansehnlichen Wänden.

Bimsteinartiges Gestein. Graulich-, röthlich- und gelblich-weiß, porös, mit theils unebenem, theils untereinanderlaufend krummfaserigem Bruch, zu feinem, scharf anzufühlendem Pulver zerbröckelnd, leicht. Es enthält Glimmerschüppchen und Krystalle von glasigem Feldspath, zuweilen ein wenig Hornblende.

Dieser Bimstein liegt an der linken Seite des Dscheritals, dem Dorfe Gergetti in N. W. Er kommt hier in ansehnlichen konischen Hügeln vor, die ziemlich hoch am Anhange, einzeln aus ihm hervorragen. Das Gestein gleicht zum Theil einem Bimstein-Conglomerat, in welchem jedes abgesonderte Stück mit einem schwarzbraunen, metallischen Ueberzug, wahrscheinlich Braunstein, bekleidet ist, wodurch solche Stellen schwarz und weiß gefleckt erscheinen; unter den Bimsteinbrocken befinden sich auch Stücke von Thonschiefer, die gleichfalls überzogen sind. Die Unterlage der konischen Hügel ist eine Bank von Con-

glomerat, dessen gelblich=weiße thonigte Masse mit kleinen und großen Bimstein=, Porphyr= und Thonschieferbrocken erfüllt ist.

Dieser Bimstein scheint ein durch Verwitterung verwandelter Porphyr zu seyn. Schon am Kasbek sieht man die, aus der Schneedecke hervorragenden Felsen, weicher, poröser und ihre Farbe blasser; die dichtern Stellen in dem Bimstein gleichen diesem Porphyr, nur fehlt ihnen das rothe Eisenoxyd desselben fast ganz.

Graues Conglomerat.

Die zweite Thalweitung des Terek, von Lars bis Balta wird von Conglomerat und losem Gerülle erfüllt. Bei Lars wo der Fluß aus der Felsenkluft tritt, liegen Blöcke von rothem, grauem und schwarzem Porphyr, von Grünstein und Granit, die beiden letztgenannten Felsarten in sehr großen, oft eckigen Trümmern, der Porphyr abgerundet. Die Ausgehenden der in dem Thal hervorragenden Thonschiefermassen, sind mit ihnen überschüttet. An der Westseite der Weitung, liegt das Gerülle, in ansehnlichen Bergen aufgeschichtet und meist durch eine graue sandsteinartige Masse mit einander verbunden. Der Thonschiefer ragt an dem Rande des Beckens über diesem Conglomerat hervor.

Unterhalb Kaitukina liegt bis an dem vor

Balta durchbrochenen Kalksteinrücken, ein Conglomerat mit kleinern Geschieben, und bei Balta ein ähnliches, in den Thalgehängen, nur finden sich in letztern auch Trümmer von dem Kalkstein, dessen hervorragende Wände, die Conglomerat-Berge einschließen.

Das Terekgebirge und der östliche Theil des sächsischen Erzgebirges enthalten ähnliche Felsarten auf ähnliche Weise geordnet. Hier wie dort ist im Liegenden zuerst Kalkstein, ihm folgt Porphyr, beide mit Thonschiefer wechselnd, weiter im Hangenden treten, ihm ebenfalls untergeordnet, grüne Schiefer, Grünstein, Hornblendschiefer, Grünsteinschiefer und Trappgestein, dann Gneus und Sienit-Granit auf.

Man vergleiche Raumers Beschreibung der sächsischen Sienit-Formation mit dieser des Terekthals, und man wird die Identität beider Gebirge nicht bezweifeln, obgleich sie in der Beschaffenheit des Porphyrs und darin abweichen, daß im sächsischen Erzgebirge der Sienit-Granit weit mächtiger ist als im Kaukasus, und daß sich zu den dortigen mannigfaltigeren Schieferbildungen, Grauwacke gesellt, die hier fehlt.

Gern hätte ich die Untersuchung von Kobi aus weiter südlich ins Liegende fortgeführt, ich wurde

Bayerische Staatsbibliothek München

aber daran gehindert. Nach allen vorhandenen Nachrichten findet sich am jenseitigen Gebirgsabfall des Kaukasus, kein Grundgebirge; es scheint bei der Bildung der großen Weitung in welcher Georgien liegt, zerstört und mit Flötzlagern bedeckt worden zu seyn.

Unter den Steintrümmern des Terekthals finden sich Brocken von Spiesglanz und Bleiganz, wahrscheinlich aus Gängen die ich aber nicht aufsuchen konnte, weil ich mich der Unsicherheit wegen, bloß auf die Beobachtung der Gebirgsstructur im Allgemeinen, beschränken mußte.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inv. № 5756.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Engelhardt, Moritz von, 1828-1881

Reise in die Krym und den Kaukasus mit Kupfern und Karten

Bd.: 2

Berlin (1815)

It.sing. 332-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10466747-2